

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ВННК  
USEC

## ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

№3 (15)

2024

Вінницький національний аграрний університет

**Збірник**  
**студентських наукових праць**  
**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**  
**№ 3(15), 2024**

м. Вінниця 2024

**Збірник студентських наукових праць  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ  
№ 3(15), 2024**

Заснований у 2021 році у Вінницькому національному аграрному університеті під назвою  
«Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки»  
на засіданні Вченої ради університету

**Засновник:**

Вінницький національний аграрний університет

**Редакційна колегія:**

**Головний редактор** кандидат технічних наук, професор **Гулько І.В.**

**Заступники головного редактора:**

кандидат сільськогосподарських наук, професор **Дідур І.М.**;  
кандидат технічних наук, доцент **Солоня О.В.**;  
кандидат технічних наук, доцент **Яропуд В.М.**;

**Члени редакційної колегії:**

кандидат технічних наук, доцент **Холодюк О.В.**;  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Овсієнко С.М.**;  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Матусяк М.В.**;  
доктор сільськогосподарських наук, професор **Ткачук О.П.**;  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Рудська Н.О.**;  
кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач **Забарна Т.А.**;  
кандидат ветеринарних наук, доцент **Фаріоник Т.В.**;  
кандидат технічних наук, доцент **Коляновська Л.М.**;  
студент інженерно-технологічного факультету **Діброва І.В.**;  
студент факультету агрономії, садівництва та захисту рослин **Шафорост В.В.**;  
студентка факультету технології виробництва, переробки та робототехніки у  
тваринництві **Процюк О.В.**

Адреса редакції: **21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3, тел. 0432-46-01-05**  
Сайт журналу: <https://vsau.org/studentamm/zhurnal-studentskix-naukovix-pracz>

**Collection of student research papers**  
**AGRICULTURAL SCIENCES**  
**№ 3(15), 2024**

**Founded in 2021 at Vinnytsia National Agrarian University under the title «Collection of student research papers. Agricultural sciences» at a meeting of the Academic Council of the University**

**Founder:**

**Vinnytsia National Agrarian University**

**Editorial board:**

**Editor-in-Chief Candidate of Technical Sciences, Professor Hunko I.**

**Deputy Editors-in-Chief:**

**Candidate of Agricultural Sciences, Professor Didur I.;**  
**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Solona O.;**  
**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Yaropud V.;**

**Members of the Editorial Board:**

**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Kholodiuk O.;**  
**Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Ovsienko S.;**  
**Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Matusiak M.;**  
**Doctor of Agricultural Sciences, Professor Tkachuk O.;**  
**Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Rudska N.;**  
**Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer Zabarna T.;**  
**Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor Farionyk T.;**  
**Candidate of Technical Sciences, Art. Teacher Kolyanovska L.;**  
**student of the Faculty of Engineering and Technology Dibrova I.;**  
**student of the Faculty of Agronomy, Horticulture and Zoology Roslin Shaforost V.;**  
**student of the Faculty of Production Technology, Processing and Robotics in Animal Husbandry Protsyuk O.**

**Address of the Editorial Office: 3 Soniachna St. Vinnytsia, 21008, tel. 0432-46-01-05**

**Web site of the Journal: <https://vsau.org/studentamm/zhurnal-studentskix-naukovix-pracz>**

**© Vinnytsia National Agrarian University, 2024**

**Збірник студентських наукових праць  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

**До друку приймаються статті за спеціальностями:**

**208 Агроінженерія, 133 Галузеве машинобудування, 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 181 Харчові технології, 101 Екологія, 201 Агроніомія, 202 Захист і карантин рослин, 203 Садівництво та виноградарство, 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 205 Лісове господарство, 206 Садово-паркове господарство, 207 Водні біоресурси та аквакультура, 212 Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза, 132 Матеріалознавство.**

**Збірник студентських наукових праць  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ  
рекомендований для публікації студентських наукових робіт**

Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням Вченої ради  
Вінницького національного аграрного університету,  
протокол № 4 від 22 жовтня 2024 року.

Усі права застережені. Тексти статей, таблиці, графічний матеріал, формули захищені законом про авторські права. Передрук і переклад статей дозволяється за згодою авторів. Відповідальність за зміст публікацій і достовірність наведених в них даних та іншої інформації несуть автори статей та їх наукові керівники. Висловлені у надрукованих статтях думки можуть не співпадати з точкою зору редакційної колегії і не покладають на неї ніяких зобов'язань.

Підписано до друку 22 жовтня 2024 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. Друк. арк. 56,2. Тираж 100. Зам. № \_\_

Віддруковано у  
ТОВ «Едельвейс» (м. Вінниця, вул. 600-річчя, 17)

Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5009 від 10.11.2015

**Collection of student research papers  
AGRICULTURAL SCIENCES**

**Articles by specialties are accepted for publication:**

**208 Agroengineering, 133 Mechanical Engineering, 141 Electricity, Electrical Engineering and Electromechanics, 181 Food Technologies, 101 Ecology, 201 Agronomy, 202 Plant Protection and Quarantine, 203 Horticulture and Viticulture, 204 Technology of Production and Processing of Livestock Products, 205 Forestry, 206 Horticulture, 207 Aquatic Bioresources and Aquaculture, 212 Veterinary Hygiene, Sanitation and Expertise, 132 Materials Science.**

**Collection of student research papers  
AGRICULTURAL SCIENCES  
recommended for publication of student scientific works**

Materials are published in Ukrainian and English.

The issue was approved and recommended for publication by the decision of the Academic Council of Vinnytsia National Agrarian University, Minutes № 4 dated October 22, 2024.

All rights reserved. Texts of articles, tables, graphic material, formulas are protected by copyright law. Reprinting and translation of articles is permitted with the consent of the authors. The authors of articles and their supervisors are responsible for the content of publications and the accuracy of the data and other information provided in them. Opinions expressed in published articles may not coincide with the point of view of the editorial board and do not impose any obligations on it.

Signed for printing on October 22, 2024

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 56,2. Circulation 100. Deputy. No \_\_\_

Printed at

LLC «Edelweiss» (Vinnytsia, 17, 600th Anniversary Street)

Certificate of entry into the State Register of Publishers, Manufacturers and Distributors of Publishing Products DK No 5009 dated 10/11/2015

## ЗМІСТ

<b>НАПРЯМ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ</b>	16
<b>Вадим МАНІЛКО. ГЕРБЦИДНИЙ ЗАХИСТ ПОСІВІВ СОЇ У ДО- ТА ПІСЛЯСХОДОВИЙ ПЕРІОДИ</b>	16
<b>Юлія МАРТУС. ПОШИРЕННЯ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ <i>AMBROSIA ARTEMISIFOLIA</i> В УМОВАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	22
<b>Анастасія БЕРЕЗОВА. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ТА МЕТОДИ БОРОТЬБИ З КОЛОРАДСЬКИМ ЖУКОМ (<i>LEPTINOTARSA DESEMLINEATA</i> SAY.)</b>	28
<b>Дар'я БОЯЛЬСЬКА. ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА СОРТІВ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО В УМОВАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	34
<b>Максим БІЛОСТЕГНЮК. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ, ПОШИРЕНІСТЬ ТА ШКІДЛИВІСТЬ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА (<i>DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA</i> LeConte.)</b>	41
<b>Анастасія СВИСТУН. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ОВОЧІВНИЦТВА У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ</b>	48
<b>Вікторія ДЕРКАЧ. ОСНОВНІ ШКІДНИКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР</b>	53
<b>Вадим ШАФОРСТ. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОПОНІКИ В УМОВАХ УКРАЇНИ</b>	60
<b>Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ. АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ БАКЛАЖАНІВ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ</b>	66
<b>Дмитро КЛЕШКО. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ТА МЕТОДИ БОРОТЬБИ ІЗ КУКУРУДЗЯНИМ (СТЕБЛОВИМ) МЕТЕЛИКОМ (<i>OSTRINIA NUBILALIS</i> HBN.)</b>	72
<b>Наталія МЕЛЬНИК. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНИ</b>	81
<b>Валентина КРИЖАНІВСЬКА. БІОЛОГІЯ РОЗВИТКУ ТА МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ АМЕРИКАНСЬКОГО БІЛОГО МЕТЕЛИКА (<i>HYRPHANTRIA CUNEA</i> DRURY.)</b>	86
<b>Вікторія ПРОТАСОВА. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КОМАХ-ШКІДНИКІВ ДО ІНСЕКТИЦИДІВ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ</b>	92
<b>Віталій РУДНЄВ. ЕВОЛЮЦІЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КОМАХ-ШКІДНИКІВ ДО ПЕСТИЦИДІВ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ</b>	99
<b>Світлана РОМАНЕНКО. ОРГАНІЧНЕ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО</b>	107
<b>Володимир ЩАСЛИВИЙ. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ КЛОПА ШКІДЛИВОЇ ЧЕРЕПАШКИ (<i>EURYGASTER</i></b>	113

<i>INTEGRICEPS</i> PUT.) ТА ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДНИКА У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	
<b>Богдан ЮЩИШИН.</b> ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТА СПОСОБИ БОРОТЬБИ З КОЛОРАДСЬКИМ ЖУКОМ ( <i>LEPTINOTARSA DECEMLINEATA</i> SAY.)	119
<b>Анастасія ВЕРЕМЧУК.</b> ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА	125
<b>Діана БАГРІЙ.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ. ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ	132
<b>Катерина БАЛАКІР.</b> ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕФІРООЛІЙНИХ: М'ЯТА ПЕРЦЕВА, ШАВЛЯ МУСКАТНА, ЛАВАНДА	139
<b>Максим РЯБИЙ.</b> КОНТРОЛЬ БУР'ЯНІВ НА ПЛАНТАЦІЯХ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ	146
<b>Артем БОБЧАК.</b> МОРФОЛОГІЧНА Й АНАТОМІЧНА БУДОВА ПЛОДОВИХ РОСЛИН	152
<b>Богдан ВОРОНА.</b> ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ ОВЕС ( <i>AVENA</i> )	160
<b>Олександр ГНАТЮК.</b> ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ВИРОЩУВАННЯ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ НА СУБСТРАТІ ІЗ РІВНОТРАВНОГО СІНА	166
<b>Андрій ГРИГОРУК.</b> КОНТРОЛЬ ШКІДЛИВОСТІ БУР'ЯНІВ В ПОСІВАХ ОЗИМОГО РІПАКУ	174
<b>Олексій ГУБЧАКЕВИЧ.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ УКРАЇНИ	180
<b>Яна ДОВГАЛЮК.</b> ВМІСТ АЗОТУ В ЗЕМЛІ: РОДЮЧИСТЬ ЗЕМЕЛЬ ТА РОЛЬ В АГРОЕКОСИСТЕМ	185
<b>Ольга ДРОЗДОВСЬКА.</b> ПОНЯТТЯ ПРО ТЕХНОЛОГІЮ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	190
<b>Андрій ЗАДНІПРЯК.</b> ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В СУЧАСНИХ УМОВАХ	197
<b>Дар'я ЗОЦ.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ХВОРОБ СОЇ	202
<b>Артур ІВАНЦОВ.</b> ФІЗИЧНА СПІЛІСТЬ ҐРУНТУ. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ СПІЛОСТІ ҐРУНТУ	207
<b>Дмитро КАЛІНА.</b> ЗАХИСТ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ ВІД ШКОДОЧИННИХ ОРГАНІЗМІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО	213
<b>Адріана КАЛІНУШКА.</b> ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ З ЛАВАНДИ	220
<b>Лада КАПШИЦЬКА.</b> АМБРОЗІЯ ПОЛИНОЛИСТА ( <i>AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA</i> L.)	228
<b>Максим КОЛЕСНИК.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В УМОВАХ ТУЛЬЧИНСЬКОГО РАЙОНУ	233



<b>Тетяна КОРНІЙЧУК. НЕТРАДИЦІЙНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ КУЛЬТУРИ ВІННИЧИНИ</b>	239
<b>Дмитро МАЙДАНОВ. ЗАХОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ</b>	244
<b>Дмитро КРИКЛИВИЙ. ОЦІНКА МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК, БІОЛОГІЯ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ</b>	248
<b>Тетяна ЛАХТІОНОВА. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПАТИСОНА ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТИМЕНТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ</b>	253
<b>Олександр МАЛЯРЕНКО. ВПЛИВ УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЗАСВОЄННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН</b>	259
<b>Ярослав СОВІНСЬКИЙ. НАУКОВІ ПІДХОДИ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ</b>	267
<b>Оксана МЕЛЬНИК. СТАН ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО РЕАКЦІЇ ҐРУНТОВОГО РОЗЧИНУ</b>	273
<b>Анна МУСІЙЧУК. ПОТЕНЦІАЛ МІНЛИВОСТІ КУЛЬТУРНОГО ЖИТА ТА ЙОГО МОРФОЛОГІЧНИХ, ФІЗІОЛОГІЧНИХ І БІОХІМІЧНИХ ОЗНАК</b>	281
<b>Владислав ПРИСЯЖНЮК. ОЦІНКА СОРТІВ СОЇ ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ВИЛЯГАННЯ ТА ЗЕРНОВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ</b>	288
<b>Дарина НАЛУЦИШЕНА. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОДОБРІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ</b>	292
<b>Микола ШТИПА. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	297
<b>Олексій ОГНИВИЙ. АНАЛІЗ СОРТОВОГО СКЛАДУ РІПАКУ ОЗИМОГО, ЯКИЙ ЗАНЕСЕНИЙ У РЕЄСТР 2023 Р.</b>	302
<b><i>НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА</i></b>	309
<b>Дмитро МАЙДАНОВ. КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ. МЕТОДИ БОРОТЬБИ З КИСЛОТНІСТЮ</b>	309
<b>Олег МАРУХНО. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ ФІЛІЇ «ЧОРТКІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»</b>	317
<b>Олександр МИКИЧУР. ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ, ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ДЕГРАДАЦІЮ ҐРУНТІВ</b>	322
<b>Катерина МОРОЗ. ГІДРОЕНЕРГОПОТЕНЦІАЛ МАЛОЇ РІЧКИ ПОСТОЛОВА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	328
<b>Антоній ГОЛОСКЕВИЧ-ВАСИЛЕЦЬ. ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ДОБРІВ НА ҐРУНТОВУ МІКРОФЛОРУ</b>	333
<b>Заріна ПЕРВАЧУК. ЕКОЛОГІЯ ПОПУЛЯЦІЙ ПІД ЧАС ВІЙНИ</b>	339
<b>Христина ПЕТЛІНСЬКА. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО</b>	343

ІНТЕЛЕКТУ В САДОВО-ПАРКОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ	
<b>Дар'я ПЛАКИДА.</b> ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ДО І ПІСЛЯ ВТОРГНЕННЯ ОКУПАЦІЙНИХ ВІЙСЬК	350
<b>Богдан ПОБЕРЕЖНИЙ.</b> PROSPECTS FOR THE FORMATION OF AN EFFECTIVE ECOLOGICAL AND ECONOMIC SYSTEM OF FOREST MANAGEMENT	355
<b>Олександр САНДУЛЯК.</b> КАЛИНА ЗВИЧАЙНА В ЛІСОВИХ КУЛЬТУРАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	359
<b>Владислав СКАКУН.</b> ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГРАМ З ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ	365
<b>Андрій СЛОБОДЯНЮК.</b> ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО В УКРАЇНІ	371
<b>Софія СУШКО.</b> ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА АДАПТАЦІЮ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН ПІСЛЯ ІНТРОДУКЦІЇ	379
<b>Ангеліна ТВЕРДОХЛІБ.</b> ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ ( <i>LAVANDULA ANGUSTIFOLIA</i> )	385
<b>Єлизавета ТЕМЕР.</b> ЧИ СПРИЧИНЯЮТЬ КОЛИВАННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ СЬОГОДНІШНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ	392
<b>Максим ЩЕКАЛЬОВ.</b> ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ІНТРОДУКЦІЇ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ	399
<b>Вікторія ЖУРБЕЛЮК.</b> ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	405
<b>Nadia SMAL.</b> HISTORICAL PARKS OF VINNICHCHINA: PRESERVATION AND REVIVAL OF CULTURAL HERITAGE	408
<b>Анастасія БЕВЗ.</b> ЗАПОВІДНІ ТЕРИТОРІЇ ТУЛЬЧИНСЬКОГО РАЙОНУ ТА ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ	415
<b>Ярослав ЦАРЮК.</b> ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ПАСПОРТИЗАЦІЯ ҐРУНТІВ І ЗЕМЕЛЬ: ЗНАЧЕННЯ, МЕТОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ	420
<b>Олег ТИМЧУК.</b> ВПЛИВ ПОВНОМАШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ	424
<b>Марія СТЕБЛИНА.</b> ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ	428
<b>Natalya SYROTUK.</b> ADAPTATION AND MECHANISMS OF PLANT RESISTANCE TO DROUGHT	432
<b>Дар'я ПЛАКИДА.</b> ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСІВ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	438
<b>Ірина БЕГАР.</b> СУЧАСНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В УКРАЇНІ	442

<b>НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ</b>	443
<b>Б. БЕРЕЖНИЙ.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ НА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНИХ І ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЧЕРЕЗ ЕФЕКТИВНУ ДІАГНОСТИКУ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	443
<b>А. ДЯЧЕНКО.</b> МЕТОДИ ПЕРЕШЛІФОВУВАННЯ ТА СЕЛЕКТИВНОЇ ЗБОРКИ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР З МЕТОЮ ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК	451
<b>О. ДОВГАЛЮК.</b> СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА В УКРАЇНІ: АВТОМАТИЗАЦІЯ, МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ	459
<b>Н. ГАЛЬОМКО.</b> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРЕКІНГОВИХ СИСТЕМ У ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЯХ ЗАЛЕЖНО ВІД СЕЗОННИХ ЗМІН ТА ЧАСТОТИ РЕГУЛЮВАННЯ ОРІЄНТАЦІЇ ФОТОМОДУЛІВ	467
<b>Н. ХИТРУК.</b> MODELING OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTOR VAT-92-12/8/6/4	473
<b>О. КОЧМАРУК.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЕЛЕГАЗОВИХ ВИМИКАЧІВ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ (КЗ)	477
<b>О. МЕЛЬНИК.</b> АНАЛІЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ SMART-НОМЕ	483
<b>М. НЕЗБУТНИЙ.</b> СУЧАСНІ МЕТОДИ ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНИХ БІТУМНИХ СКЛАДІВ	491
<b>В. ОСАВОЛЮК.</b> ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КОМБАЙНІВ ЗАРУБІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА КОМПАНІЇ CLAAS	499
<b>Б. ПЕРХАЙЛО.</b> ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ АКУМУЛЯТОРІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	507
<b>В. ШЕВЧУК.</b> ОГЛЯД ДОСТУПНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ УСТАНОВОК НА РИНКУ	514
<b>В. ШКУТА.</b> ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ І БОБОВИХ КУЛЬТУР: МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ОБМОЛОТ	520
<b>І. ШКВАРИЛО.</b> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В АПК	528
<b>М. СТЕПАНЕНКО.</b> ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФЕРМЕРСТВІ	533
<b>А. ТИЩЕНКО.</b> МІЖНАРОДНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАКТОРІВ	538
<b>В. ЯСІНСЬКИЙ.</b> РОЗВИТОК І ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОГО РОЗПОДІЛУ	545

<b>В. ЮЗЬКО.</b> АНАЛІЗ СТАНУ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	553
<b>М. БУДНЯК.</b> КАТАЛІТИЧНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЮ З ВІДНОВЛЮВАНИХ РЕСУРСІВ	559
<b>Р. ХАРЧЕНКО.</b> АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	563
<b>М. SHYNKARUK.</b> OVERVIEW OF MODERN TECHNOLOGIES FOR INACTIVATION OF ANTI-NUTRIENTS IN SOYBEANS	568
<b>Я. РЯБИЙ.</b> РОЗРОБКА РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОЛЬОВИХ РОБІТ	575
<b>М. ІВАНОВ.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ЗА РАХУНОК МОДЕЛЮВАННЯ НА ЕОМ	583
<b>А. МАРЧЕНКО.</b> ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ПРОЦЕСАХ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ: АНАЛІЗ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ	590
<b>О. СОЛЯР.</b> СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	596
<b>І. БАНДУРА.</b> ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SPOTSPRAY В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	602
<b><i>НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.</i></b>	611
<b>О. БАНАХ.</b> ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ЩІЛИНОРІЗІВ І СХЕМИ РОЗСТАНОВКИ ЇХ НА РАМІ ЩІЛЮВАЧА	611
<b>В. БАЗАЛИЦЬКИЙ.</b> ОБГРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КІЛЬЦЕВОГО ВИТКА НА ПІДБИРАЮЧІ ПОВЕРХНІ ПРУЖИННОГО ПАЛЬЦЯ	615
<b>А. ВЛАСЧУК.</b> VÄDERSTAD SOWING COMPLEXES – DEVELOPMENT, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES	622
<b>В. ДЕРУНЕЦЬ.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОЇ ТА ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТУ НА БАЗІ САМОХІДНОГО ШАСІ	628
<b>І. ДІБРОВА.</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОБПРИСКУВАЧА ДЛЯ ОБРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ЯГІДНИХ НАСАДЖЕНЬ	634
<b>В. ГАНЖА.</b> СИЛОВИЙ АНАЛІЗ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ	639
<b>М. КЛЕКІТ.</b> ТЕХНОЛОГІЧНІ ЕТАПИ ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ҐРУНТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО ПРОДУКТИВНОЇ ЦІННОСТІ	644
<b>Д. КЛЕВЕНЕЦЬ.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ З БУНКЕРА	647
<b>А. КОЖУХАР.</b> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КАПУСТОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН	655

<b>М. КРАВЕЦЬ.</b> ДІАГНОСТИКА ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ: СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	664
<b>В. МАРУСЯК.</b> ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА БУДОВА КОМБАЙНІВ NEW HOLLAND CR	672
<b>А. МЕЛЬНИК.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	678
<b>В. НАГОРЯНСЬКА.</b> ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОТКА З ШТИФТОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ	686
<b>А. НАСОБКОВ.</b> МОДЕРНІЗАЦІЯ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА ДЛЯ РОБОТИ НА ЩЕПІ	692
<b>П. НАВАЖАНЮК.</b> АНАЛІЗ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ, ОСНАЩЕНОЇ ВДОСКОНАЛЕНИМ ВИСІВНИМ ДИСКОМ	699
<b>І. ПОСВАЛЮК.</b> ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОМБАЙНА MASSEY FERGUSON MF ACTIVA S	706
<b>В. ПОТАРЖАНСЬКИЙ.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛА В ПІДЗЕМНИХ ПРОНИКНИХ ШАРАХ ҐРУНТУ	712
<b>М. ТКАЧ.</b> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНИХ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРИМІЩЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	717
<b>А. ВАХНЕНКО.</b> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ДОЗУЮЧИХ СИСТЕМ ПОДАЧІ НАСІННЯ ПНЕВМО-ВАКУУМНИМ ВИСІВНИМ АПАРАТОМ	723
<b>Ю. ЗЕЛІНСЬКА.</b> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ, ВИКОРИСТОВУВАНИХ ДЛЯ ВИСІВУ ВАЖКОСИПУЧИХ НАСІННИХ МАТЕРІАЛІВ	728
<b>Д. ПАВЛЮК.</b> ПОКРАЩЕННЯ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ МОДУЛЕМ 3D ДРУКУ ШОКОЛАДУ	736
<b>Б. КАРАКОЙ.</b> АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПРИСКОРЕННЯ СУШІННЯ СКОШЕНИХ ТРАВ	742
<b>Д. МАЦИПУРА.</b> СУЧАСНІ СИСТЕМИ, АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄСТВА АПК	747
<b><i>НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА</i></b>	748
<b>О. ХРУСТІВСЬКИЙ.</b> ВИКОРИСТАННЯ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН У ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ	748
<b>В. ЖОЛНОВСЬКА.</b> КОНТРОЛЬ РІВНЯ ВОЛОГОСТІ В ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ РОЗВИТКУ ЦВІЛЕВИХ ГРИБКІВ	757
<b>Б. БАБІНСЬКИЙ, В. НЕЧУЙ.</b> ВПЛИВ КРАТНОСТІ ДОЇННЯ І СПОСОБІВ УТРИМАННЯ ПРИ РОЗДОЮВАННІ НА ХАРАКТЕР	763

ЛАКТАЦІЇ КОРІВ	
<b>В. БЕЛАНЮК.</b> М'ЯСНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ФЕРМЕНТНО-ПРОБІОТИЧНОЇ ДОБАВКИ	770
<b>В. БІЛОУС.</b> ДИНАМІКА ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА ЗАЛЕЖНО ВІД ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ	774
<b>О. БРИЖАК, В. АСТАХОВА.</b> ТРИВАЛІСТЬ СЕРВІС-ПЕРІОДУ КОРІВ РІЗНОГО ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ	779
<b>О. ВЕЛЬГАН.</b> МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ВІДТВОРНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ РІЗНОЇ КРОВНОСТІ	784
<b>М. ГЕРИНЕЦЬ.</b> САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ УМОВИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ	790
<b>А. ДАНИЛЮК, В. КАМИШНИЙ.</b> ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ ТЕЛИЧОК УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ-ПЕРВІСТОК	798
<b>О. ДМИТРУК.</b> БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КОРОПА ( <i>CYPRINUS CARPIO L.</i> ) ЗА ДІЇ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	804
<b>В. ЗАВАЛА.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РАВЛИКІВ <i>HELIX ASPERSA</i> МАХІМА	810
<b>П. ЗАЙКА.</b> ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТЕЛЯТ У М'ЯСНОМУ СКОТАРСТВІ	815
<b>А. КАЛІНЧУК, Б. ОЛІЙНИК.</b> ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ЕНЗИМНИХ ПРЕПАРАТІВ	820
<b>А. КОВЧУК.</b> ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПЕРІОДІВ У КОРІВ НА РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ І ЇХ МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ	825
<b>Н. КОСАКІВСЬКА, В. АСТАХОВА.</b> ВПЛИВ ВІКУ ПРИ ПЕРШОМУ ОТЕЛЕННІ ТА ЖИВОЇ МАСИ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ	831
<b>Л. ДІБРОВА.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОРБЕНТІВ В ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН	837
<b>В. БУЯНОВСЬКА.</b> ПРОДУКТИВНІСТЬ М'ЯСНИХ ПЕРЕПЕЛІВ ЗА ДІЇ ЕКСТРАКТУ ЕХІНАЦІЇ БЛІДОЇ	844
<b><i>НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ</i></b>	852
<b>А. БОЗНЯК.</b> ГЕЛЕУТВОРЕННЯ ЗШИТОГО МІКРОБНОЮ ТРАНСГЛУТАМІНАЗОЮ СОЄВОГО БІЛКА В ПРИСУТНОСТІ РИБОЗИ ТА САХАРОЗИ	852
<b>А. МЕЛЬНИК.</b> ФЕРМЕНТАЦІЯ КОМБУЧІ: ТРАДИЦІЙНІ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА	860
<b>А. СОЛТАНОВСЬКА.</b> БЕЗЛАКТОЗНА ПРОДУКЦІЯ, ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА	868
<b>А. БІГАС.</b> ОЦІНКА ЯКОСТІ МАЙОНЕЗУ	873

<b>В. БАБІЙ.</b> ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ	878
<b>В. МОРОЧКІВСЬКИЙ.</b> ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РОЗСІЛЬНОГО СИРУ	884
<b>Т. ВАРЧЕНКО.</b> РОСЛИННА КЛІТКОВИНА У КОВБАСНИХ ВИРОБАХ	890
<b>Г. КОМІСАРОВА.</b> ЗБАГАЧЕННЯ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА СУМІШШЮ ПРЯНОЩІВ	893
<b>О. ГРИЗЛІЙ.</b> ВИРОБНИЦТВО ЗДОБНОГО ПЕЧИВА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	897
<b>Д. ДАЩЕНКО.</b> МІКРОБІОЛОГІЯ КЕФІРУ	901
<b>В. ДОХНЯНСЬКИЙ.</b> КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЧЕВИЦІ	908
<b>О. ЛЕСИК.</b> РОЛЬ МОЛОКА В ХАРЧУВАННІ ТА ПОЛІПШЕННІ ЗДОРОВ'Я ЛЮДСТВА	912
<b>В. ЛИСА.</b> АНАЛІЗ СИРОВИНИ ДЛЯ РОЗРОБКИ ВІВСЯНОГО ПЕЧИВА, ЗБАГАЧЕНОГО БДЖОЛИНИМ ОБНІЖЖЯМ	917
<b>Т. ЛУК'ЯНЕНКО.</b> СИР ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ХАРЧОВИЙ ПРОДУКТ З БІОЛОГІЧНОЮ АКТИВНІСТЮ	922
<b>М. ПОПІВНЮК.</b> ВИКОРИСТАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ У ЗДОРОВОМУ ХАРЧУВАННІ	928
<b>А. МАРЧЕНКО.</b> ТЕХНОЛОГІЯ КОНСЕРВУВАННЯ ПЛОДІВ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ЦУКРУ	933
<b>К. МУДРЕНКО.</b> ГМО В ПЛОДАХ ТА ОВОЧАХ	937
<b>Є. НІКІТЕНКО.</b> ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ РОСЛИННИХ ДОБАВОК ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ	942
<b>В. ОБЕРЕМОК.</b> КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ З ДОДАВАННЯМ ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ	948
<b>В. ОМЕЛЬЧЕНКО.</b> ОБГРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУРИ ПАСТИ СИРКОВОЇ З КМИНОМ	953
<b>В. СОРОКА.</b> РОСЛИННА СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТІВ	958

НАПРЯМ  
1

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНО ГОПОТЕПЛІННЯ



Вадим МАНІЛКО<sup>1</sup>,  
студент 4-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ГЕРБІЦИДНИЙ ЗАХИСТ ПОСІВІВ СОЇ У ДО- ТА ПІСЛЯСХОДОВИЙ ПЕРІОДИ

**Анотація.** Наявність бур'янів та вплив їх на кінцеву урожайність у посівах культурних рослин під час фази проростання ще потребує вивчення. В даній роботі описано один із можливих варіантів хімічного захисту сучасними препаратами сої на ранніх етапах розвитку, коли вона найбільш чутлива, що дає можливість підвищити кількість отриманого зерна. Досліджено те як і яка кількість бур'янів того чи іншого типу впливає на кінцеву урожайність. Описуються хімічні методи контролю забур'яненості та шкодочинності, вплив піддослідних гербіцидів на сегетальну рослинність.

**Ключові слова:** досходова обробка посівів, сходи сої, чутливість до бур'янів, урожайність, бур'яни, переваги бакової суміші.

**Annotation.** The presence of weeds and their influence on the final yield in crops of cultivated plants during the germination phase still needs to be studied. This work describes one of the possible options for chemical protection of soybeans with modern preparations at the early stages of development, when it is most sensitive, which makes it possible to increase the amount of grain obtained. It was studied how and what amount of weeds of one or another type affect the final yield. Chemical methods of weed control and pest control, the effect of experimental herbicides on segetal vegetation are described.

**Keywords:** pre-emergence treatment of crops, soybean seedlings, sensitivity to weeds, productivity, weeds, advantages of tank mixture.

---

<sup>1</sup>Науковий керівник: Вергелес П. М., доцент, кандидат с.-г. наук, завідувач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин.



**Вступ.** Соя (*Glycine max* Moench.) – це цінна зернобобова культура, що має здатність фіксувати азот. Площі виділені під посів даної культури останніми роками істотно зростають. Беручи до уваги важливість культури як джерела кормових і продовольчих ресурсів, необхідно забезпечити відповідний захист від бур'янів для максимізації кількості урожаю та відповідно прибутку.

Потенційне зниження урожаю залежить від системи догляду за посівами, тобто того, яка може бути потенційна забур'яненість та того як і коли ми зреагуємо на неї. Скоростиглість сортів, передпосівне підживлення та оптимальна густина посіву є важливими характеристиками на які ми можемо безпосередньо впливати.

На початкових фазах розвитку соя повільніше розвивається, ніж бур'яни, що спричиняє гальмування її в розвитку. Культурні рослини програють боротьбу за вологу, світло та поживні речовини, знижуючи тим самим кількість можливої продукції. Кількість рослин на одиницю площі зростає і відповідно збільшується коефіцієнт водоспоживання та витрати азоту, в умовах зміни клімату та більшої інтенсифікації сільського господарства це питання стає все більш актуальним.

Таким чином проблема захисту сої від небажаної рослинності у зв'язку із впровадженням у виробництво нових її гібридів різних груп стиглості, відмінністю складів бур'янів на різних полях і звісно ж зміною клімату на рівні планети та країни є актуальною для забезпечення формування високих урожаїв.

**Виклад основного матеріалу.** Агроном зі стажем знає, про надзвичайну чутливість сої до забур'янення. Поява першого трійчастого листка позначає активне формування кореневої системи. Надземна маса рослин буде розвиватися повільно поки підземна частина рослини не сформується до потрібного рівня. Під час цієї фази бур'яни активно проростають. Першими на полі з'являться злакові за ними і дводольні. Однодольні в порівнянні з дводольними мають менший вплив на урожайність, звісно головною умовою є їх кількість на одиницю площі, детальніше це проілюстровано в таблиці 1. [1, 2].

Проростання сої до фази 1-2 трійчасті листки – перші періоди, коли бур'яни мають значний вплив на врожай культури. Величина очікуваних втрат урожаю стає вища, ніж загальна вартість процедур захисту для сої залежно від типу забур'янення становить при кількості бур'янів 5 злакових або 3 дводольні на 1 м<sup>2</sup>, а при змішаному типі забур'янення - 3 злакові і 3 дводольні бур'яни на 1 м<sup>2</sup>. Крім того, генетичне закладання майбутнього урожаю відбувається саме у цей період і, якщо їй щось у цьому заважає то, вона знижує можливий урожай. Підсумовуючи, фази розвитку, від моменту посіву до появи першого трійчастого листка повинні супроводжуватись мінімальними кількостями бур'янів. Контроль фітосанітарного стану в початковій фазі має створити мінімальну конкуренцію для культури за джерела сонячної енергії, вологи, необхідних елементів живлення [2].

Захист сої гербіцидами завжди базується на принципах ефективності та селективності. Відмова від застосування ґрунтових препаратів - головна помилка, якої можна припустити при плануванні системи захисту посівів сої.

Таблиця 1

## Шкідливість бур'янів у посівах сої.

Вид бур'яну	Втрати врожаю сої від бур'янів, (%)		
	1шт./м <sup>2</sup>	5шт./м <sup>2</sup>	25шт./м <sup>2</sup>
<i>Дводольні бур'яни</i>			
Нетреба звичайна	15	41	65
Паслін чорний	14	40	64
Види щириць	12	36	62
Амброзія полинолиста	10	33	59
Канатник теофраста	6	23	51
Гірчиця польова	5	20	49
Гірчак розлогий	4	15	41
Гірчак березковидний	4	15	41
<i>Однодольні бур'яни</i>			
Мишій сизий	1	5	20
Мишій гігантський	3	12	36
Мишій зелений	2	8	29
Мишій кільчастий	1	5	20
Просо куряче	3	12	36
Види пальчатки	1	4	15
<i>Багаторічні бур'яни</i>			
Осот рожевий	5	20	49
Осот жовтий	5	20	49
Пирій повзучий	4	18	45
Хвощ польовий	3	12	36
Сить їстівна	2	7	29

Вважають, що це не дасть ефекту і бур'яни однаково проростуть, тож краще вже дочекатися сходів та працювати із фактичною ситуацією на полі. Застосування такої тактики зазвичай призводить до суттєвих утрат врожаю. Важливо розуміти дію гербіцидів на сходи, які лише з'явилися, посподові гербіциди викликають серйозний стрес, якщо застосувати їх раніше від фази першого трійчастого листка у рослин сої. Будь-який стрес, у фазах сходів - примордіальні листки гальмує ріст й розвиток надземної і підземної частин рослини, зниження продуктивності ще один можливий симптом здатний привести молоді рослини до загибелі. Втрати примордіальних листків або їх сильне пошкодження спричиняють недобір до 10 % урожаю. Особливість появи бур'янів – розтягненість у часі їх появи і в момент по сходової обробки багато з них обганяють культуру. Сукупність цих чинників призводить до мінімізації ефективності після сходового захисту [1, 3].

Обприскування ґрунту до посіву, під час або після – основні шляхи застосування ґрунтових гербіцидів, для усунення сходів бур'янів, але до сходів культури. Препарати вносять переважно в такі способи:

- обприскують поверхню ґрунту або розсіюють на ній гранули, які під дією опадів проникають у ґрунтові шари;

- обприскують поверхню ґрунту з подальшим зароблянням препаратів ґрунтообробними знаряддями;
- вносять препарати у ґрунт на певну глибину у вигляді горизонтального екрану.

Найбільш поширені діючі речовини, що використовуються з метою максимального знищення бур'янів у посівах сої, є ацетохлор, метрибузин, кломазон, пендиметалін, трифлуралін, прометрин, імазетапір, S–метолахлор, флуміоксазин, пропізохлор, флуфенацет + метрибузин, диметенамід–П [4].

Результативність стратегії використання засобів захисту культури від бур'янів, застосовуючи лише посходові гербіциди, призводить лише до втрати врожаю. Використання до- і після сходових гербіцидів обов'язкове у комплексі агрохімічних заходів захисту для реалізації потенціалу продуктивності сої. Вирощування високих урожаїв – справа часу та внесення ґрунтових гербіцидів в систему захисту. За даними «Сингента», у США до-плюс післясходова системи забезпечують в середньому на 11,8 % вищий збір зерначим в післясходовій системі. Щоб впоратися з цією проблемою компанія рекомендує ряд ґрунтових гербіцидів- Примекстра ТЗ Голд, Гезагард, Дуал Голд. Проведені дослідження показали, що ці препарати здатні поодиночки контролювати певний тип шкодочинної рослинності або поєднувати в бакові суміші щоб знищити максимальну частку бур'янів. Дія цих препаратів полягає в захисті посівів у критичний період на самому початку вегетації та підтримання цього ефекту ще протягом 4-6 тижнів [1, 2].

Дуал Голд 960 ЕС к. е. – ґрунтовий гербіцид вибіркової дії для захисту від однорічних злакових і окремих однорічних дводольних бур'янів. Вміст діючої речовини 960 г/л S–метолахлору. Відноситься до III-го класу токсичності. Хімічна група -хлорацетаміди. Максимальна кількість обробок за сезон – 1 [4].

Примекстра ТЗ Голд 500Ск. с. – ґрунтовий гербіцид, що забезпечує контроль основних однорічних бур'янів з тривалістю захисної дії від 36-48 діб, вміст діючих речовин: 312,5 г/л S–метолахлору, 187,5 г/л Тербутилазин, відноситься до хімічної групи: Хлорацетаміди, Триазини, за токсичністю належить до III-ї групи.

Переростання бур'янів до фази більше 2-х листків при застосуванні по сходах бур'янів для злакових і дводольних не допускається [5].

ГЕЗАГАРД 500 FW, к. с. – гербіцид із тривалим захисним періодом (від 4 до 12 тижнів). Добре підготований зволожений ґрунт є оптимальною умовою застосування препарату. Вміст діючої речовини: 500 г/л Прометрин, хімічна група: Триазини, відноситься до III-го класу токсичності [6].

Практика застосування ґрунтових гербіцидів, як-от Гезагард + Дуал Голд компанії «Сингента», заснована на багаторічному досвіді, показує економічну доцільність цього елемента технології вирощування сої для контролю широкого спектра однорічних злакових і дводольних бур'янів на етапі проростання. Господарства України не перший рік використовують суміш препаратів Гезагард + Дуал Голд, вона виборола позитивну репутацію багатьох сільгоспвиробників. Гербіцид Дуал Голд 960 ЕС к. е. добре вписується в

технологію вирощування всіх сільськогосподарських культур і не вимагає при цьому великих витрат на внесення. Препарат забезпечує надійний і довгочасний захист культури в найнеобхідніший період розвитку і не має фітотоксичної дії. Цей гербіцид має кілька варіантів свого застосування: перший – на ґрунт підготовлений під посів, другий – після посіву до появи сходів культури. Гербіцид регулює кількість однорічних злакових бур'янів і найпоширеніші дводольні та багаторічні, як наприклад лобода, паслін чорний та види щириці.

Можливий варіант додання до бакової суміші Гезагард 500 FW, к. с. для дії ще й проти дводольних бур'янів Дуалу Голд. Дія даного гербіциду полягає в блокуванні процесу фотосинтезу в чутливих до цього дводольних і злакових бур'янів: під його дією утворюються сполуки, які руйнують мембрани їхніх клітин, у результаті сегетальна рослинність гине. Добру дію гербіцид показує проти дводольних бур'янів, серед яких можна виділити хрестоцвіті, лободу білу, портулак городній і амброзію.

Змішування Дуал Голд у нормі 1,3-1,6 л/га і Гезагард у нормі 2,5-3,0 л/га, отримуємо бакову суміш, яка значно розширює спектр бур'янів, які ми зможемо контролювати. Ефективність посилюється за рахунок синергії препаратів із різним механізмом дії. Поєднання цих двох препаратів буде ефективно контролювати більшість бур'янів на полі. 1,5 місяця – термін протягом якого може спостерігатися захисна дія суміші Дуал Голд + Гезагард, закриваючи практично повністю весь гербокритичний період сої [1, 2, 3].

Для кращого спрацювання препаратів рекомендується завчасно підготувати ґрунт, до можливих підготовчих заходів можна віднести подрібнення великих грудок (більше як 2 см) та вирівнювання. Рівномірне внесення також забезпечить кращий результат, захистивши посіви від зайвого стресу та плям де кількості розчину не вистачило для знищення не бажаних рослин. Оптимальними умовами навколишнього середовища будуть: помірно тепла погода з температурою повітря +15 - +20 °С і вологістю ґрунту не менше як 20–22 % польової вологоємності. Забур'яненість і вмісту гумусу в ґрунті є вирішальними чинниками у визначенні норми витрати препаратів у суміші. Важкі за механічним складом та з великим вмістом гумусу ґрунти потребують вищих доз внесення. При використанні гербіцидів згідно з рекомендаціями обмежень у сівозміні немає. Оптимальна норма витрати робочого розчину при застосуванні ґрунтових гербіцидів – 300 л/га.

Прикладом високоефективної суміші може бути отриманий синергізм в результаті дослідів, отриманих на полях НДГ «Агрономічне» ВНАУ, де було випробувано дві схеми захисту сої. У першій проводили обробку гербіцидами, яка складалася з 2,0 л/га бентазону і 1,0 л/га імазамоксу, у фазі 2–3 трійчасті листки, стала першою. Інша включала досходову обробку сумішшю Гезагард (3,0 л/га) + Дуал Голд (1,5 л/га) і наступну обробку у фазі 3-4 трійчасті листки баковою сумішшю з 1,5 л/га бентазону + 0,8 л/га імазамоксу, стала другою. Лобода біла, щириця, падалиця соняшнику, просо куряче, щетинник сизий стали основними бур'янами в посівах. В результаті з показником урожайності 19,2 ц/га було закінчено дослід на першій ділянці (бентазон і

імазамокс, у фазі 2-3 трійчасті листки), показник урожайності 24,9 ц/га показала друга схема, різниця в зібрані продукції склала 5,7 ц/га. Нейтралізація шкідливого впливу бур'янів на культуру в початкових фазах та зменшення норм витрати фоліарних гербіцидів знизило та стресовий вплив бур'янів і гербіцидів на культуру. Прибравши сповільнюючі фактори реалізації потенціалу продуктивності соя зможедати вищий урожай.

У висновку, Дуал Голд і Гезагард є хорошим поєднанням препаратів, що високо ефективно захищає посіви сої від однорічних злакових і багаторічних бур'янів. Застосовуючи дану схему поєднання препаратів можна скоротити кількість сходів в порівнянні з схемою в якій ці гербіциди не були застосовані на 82-100%. Якщо сегетальна рослинність все ж якимось чином вижила то разом ці два гербіциди кардинально шкодять бур'янам, що спрощує роботу і підсилює ефективність посходових гербіцидів та значно розширює спектр їхньої захисної дії. Як наслідок, 2,5–4,0 т/га цілком можливий рівень врожайності сої за дотримання такої технології захисту за належного дотримання схеми обробок [1, 3].

**Висновок.** Дослідження показало, що застосування досходових ґрунтових гербіцидів має сильний ефект на ріст та розвиток бур'янів у посівах та на нормальний розвиток сої. На варіанті досліду де був використана система досходового захисту культури кінцева продуктивність була вищою на 5,7 ц/га, що пояснюється домінуванням культурних рослин на полі. Використання систем гербіцидного захисту, які працюють над контролем, а не над боротьбою є більш ефективними, особливо для такої чутливої до стресу на початкових етапах культури як соя. Також можна підкреслити ефективність поєднання в бакових сумішах гербіцидів, які діють на різні типи сегетальної рослинності, але при цьому важливо знати і розуміти як поєднуються препарати та чи вони взагалі є сумісними. Підсумовуючи можна сказати, що вчасно та якісно проведений захист культури позбавляє нас клопоту під час подальших обробок та максимізує показник урожайності.

### Список використаних джерел

1. Фундаментальна система захисту сої від бур'янів. <https://agrotimes.ua/article/fundamentalna-systema-zahystu-soyi-vid-buryaniv/> (дата звернення: 04.09.2024).
2. Гербіцидний захист сої: проблеми, помилки, рішення. Формування високих врожаїв сої на ранніх етапах. <https://superagronom.com/articles/491-gerbitsidniy-zahist-soyi-problemi-pomilki-rishennya-formuvannya-visokih-vrojajiv-soyi-na-rannih-etapah> (дата звернення: 04.09.2024).
3. Опис та характеристика рослини Соя культурна. <https://agrarii-razom.com.ua/plants/soya-kulturna> (дата звернення: 04.09.2024).
4. ПРИМЕКСТРА TZ ГОЛД 500 SC, к.с.. <https://www.syngenta.ua/product/crop-protection/primekstra-tz-gold-500-sc-k-s> (дата звернення: 04.09.2024).

5. Дуал Голд 960 ЕС к. е.. <https://www.syngenta.ua/dual-gold-dlya-dach-ta-gorodiv>(дата звернення: 04.09.2024).

6. ГЕЗАГАРД 500 FW, к. с.. <https://www.syngenta.ua/product/crop-protection/gezagard-500-fw-k-s>(дата звернення: 04.09.2024).

**Юлія МАРТУС<sup>2</sup>**,  
студентка 2 курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПОШИРЕННЯ ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *AMBROSIA ARTEMISIFOLIA* В УМОВАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Анотація.** Статтю присвячено вивченню біологічних особливостей та поширенню одного з найнебезпечніших в Україні карантинних бур'янів-алергенів – амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Метою статті є вивчення поширення та біологічних особливостей *Ambrosia artemisiifolia* L. в агросфері Вінницької області. За результатами досліджень встановлено, що *Ambrosia artemisiifolia* є одним з високопродуктивних видів, який має значний вплив на урожайність багатьох культурних рослин. Крім того встановлено, що велика кількість насіння, яке випадає з рослини, являється однією з причин її доволі широкого поширення. Для боротьби з *Ambrosia artemisiifolia* L. рекомендується використовувати комплексний підхід, який включає в себе застосування агротехнічних, хімічних та біологічних методів. Результати досліджень свідчать, що для ефективної боротьби з *Ambrosia artemisiifolia* L. необхідно спільними зусиллями залучати аграріїв, екологів та науковців з метою розробки та впровадження комплексних заходів з її контролю та видалення з аграрних угідь.

**Ключові слова:** амброзія, урожайність, поширення, особливості, бур'яни.

**Annotation.** The article is devoted to the study of biological features and spread of one of the most dangerous quarantine weeds-allergens in Ukraine – *Ambrosia* (*Ambrosia artemisiifolia* L.). The purpose of the article is to study the distribution and biological features of *Ambrosia artemisiifolia* in the agrosphere of the Vinnytsia region. According to the results of research, *Ambrosia artemisiifolia* L. is one of the highly productive species that has a significant impact on the yield of many cultivated plants. In addition, it was established that a large number of seeds falling out of the plant is one of the reasons for its fairly widespread distribution. To combat *Ambrosia artemisiifolia* L., it is recommended to use an integrated approach that includes the use of agrotechnical, chemical, and biological methods. Research

---

<sup>2</sup>Науковий керівник: Яковець Л.А., доцент, кандидат с.-г. наук, кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

*results indicate that for effective control of Ambrosia artemisiifolia, it is necessary to involve farmers, ecologists, and scientists in a joint effort to develop and implement complex measures for its control and removal from agricultural lands.*

**Keywords:** ragweed, productivity, distribution, features, weeds.

**Вступ.** Щорічно через бур'яни господарства нашої країни втрачають мільйони тонн зерна і багато іншої продукції рослинництва. Тому проблема забур'янення населених пунктів та сільськогосподарських угідь із кожним роком набуває все більшої актуальності. Ускладнює ситуацію погіршення екологічних умов довкілля внаслідок діяльності людини: створення несанкціонованих сміттєзвалищ, байдуже ставлення до бур'янів, що ростуть на «чужій» території. Поряд із традиційними для нашої місцевості бур'янами (кропива жалка, лобода біла, полин гіркий та звичайний, щиріця звичайна, пирій повзучий, мишій сизий, галінсога дрібноквітка тощо) дедалі частіше з'являються нові засмічувачі довкілля. Чільне місце серед них посідає злісний карантинний бур'ян – амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Тому вивчення біологічних та особливостей *Ambrosia artemisiifolia* L., її шкідливість та вибір найефективніших методів боротьби з цим бур'яном є актуальною проблемою сьогодення.

*Ambrosia artemisiifolia* L. – це однорічна трав'яниста рослина, яка є небезпечним карантинним бур'яном і швидко поширюється в різних кліматичних умовах, включно з Вінницькою областю. Вона має значний негативний вплив на урожайність сільськогосподарських культур через свої агресивні конкурентні властивості [1, 2].

**Мета** статті полягає у вивченні поширення та біологічних особливостей *Ambrosia artemisiifolia* L. в агросфері Вінницької області.

**Виклад основного матеріалу.** *Ambrosia artemisiifolia* L. має ряд біологічних особливостей, які роблять її надзвичайно адаптованою до різних умов і сприяють швидкому поширенню як агресивного бур'яну. Ця рослина є однорічною, тобто повний цикл розвитку від проростання до загибелі відбувається протягом одного сезону [2]. Може рости на різних типах ґрунтів, включаючи бідні, піщані або кам'яністі. Доведено, що є агресивним конкурентом для культурних рослин завдяки своїй швидкій вегетації, значному виділенню алелохімікатів, що пригнічують ріст інших рослин, та адаптивності до умов середовища. Ці біологічні особливості роблять амброзію складним бур'яном для контролю, особливо в умовах сільськогосподарських угідь і міських територій. Відомо, що добре переносить посуху, високу температуру і забруднення ґрунту.

*Ambrosia artemisiifolia* L. поширена в більшості районів Вінницької області. Згідно з даними дослідження, проведеного на території області, бур'ян зустрічається на 70% площ польових культур. Найбільш поширені зони зростання *Ambrosia artemisiifolia* L. знаходяться на західній та північній частині області. *Ambrosia artemisiifolia* L. привернула до себе увагу перш за все

черезздатність викликати низку алергічних реакцій, що негативно позначаються на здоров'ї значної частини населення [3, 4].

Рід амброзія входить до родини айстрові (*Astreraceae*), триби *Heliantheae*. Рід складається з 35-40 видів, які раніше розповсюджувались виключно на американському континенті. Види представлені однорічними та багаторічними трав'янистими формами від 30-100 см до понад 4 м [5]. Інші види – кущами та напівкущами до 75-90 см, з прямими колючими пагонами, які ростуть групами, утворюючи зарості. Біля 10-ти видів пристосувались до існування в умовах пустелі, а *Ambrosia dumosa* одним із найбільш адаптованих посухостійких багаторічників в Північній Америці. За екологічними показниками види роду вели себе як рослини-піонери і мали схильність до вторгнення на вакантні ділянки, які звільнялися від рослинного покриву, тому, в минулому мали стримане розповсюдження [5]. Процвітання видів роду, в тому числі і амброзії полинолистої, обумовлене розвитком сільськогосподарського виробництва та активним втручанням у північноамериканські прерії.

В цілому, для видів роду *Ambrosia* притаманна поліхорія у розповсюдженні насіння, що, можливо, було однією з причин досить швидкого поширення видів амброзії по Північноамериканському континенту і перетворенням багатьох видів у злісні бур'яни. Досягнувши побережжя океанів, деякі види отримали можливість проникнення на інші континенти. Одним із найбільш агресивним у цьому відношенні є амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) [6, 7].

Сьогодні вона присутня, крім північноамериканського континенту (Канада, Мексика, США), в Європі: Бельгія, Великобританія, Італія, Молдова, Німеччина, Польща, Португалія, Прибалтика, Румунія, Словачія, Словенія, Сербія, Турція, Угорщина, Україна, Франція, Швеція, Швейцарія, Хорватія, Чехія; Азія: Азербайджан, Індія, Іран, Казахстан, Китай, Корея, Росія (Сибір, Алтай, Приморський край), Тайвань, Японія; Африка: Мавританія; Центральна Америка та Карибський басейн: Гваделупа, Куба, Мартініка, Ямайка; Південна Америка: Аргентина, Болівія, Бразилія, Колумбія, Парагвай, Перу, Уругвай, Чілі; Океанія: Австралія, Гаваї, Нова Зеландія [8].

Пилки *Ambrosia artemisiifolia* спричиняє види алергій у період цвітіння через аерозольно-контактну взаємодію з організмами людини та тварин. Сукупність алергічних реакцій зазначають в науковій літературі як сінна пропасниця або амброзійний поліноз і проявляються у вигляді алергічного риніту, кон'юнктивіту, лихоманки, астми, atopічного дерматиту (рис. 1). Перший випадок амброзійного полінозу зафіксовано у Франції, в Парижі у 1955 році.

Дослідженнями з пилку амброзії виділено близько 22 алергенів, де домінуючими є глікопротеїни Amb a I та Amd a II, які викликають алергічні реакції у майже 95% амброзіо-чутливих людей.

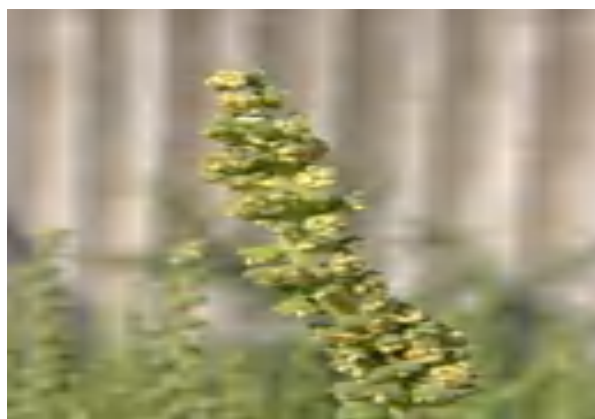




*Рис. 1. Пулок Ambrosia artemisiifolia L.*

*Ambrosia artemisiifolia L.* має тенденцію до зростання великими колоніями, де одна потужна рослина здатна продукувати до 45 г пилку в період цвітіння. Спостерігається, що грам пилку містить близько 30-35 млн пилкових зерен. Концентрація пилку у повітрі в період цвітіння може значно змінюватися. Більшість досліджень підтверджують, що навіть мінімальна концентрація у 5-20 пилкових зерен на м<sup>3</sup> здатна провокувати алергічні реакції. Підвищення концентрації пилку є потужним десенсибілізуючим стресом для людей схильних до алергій, де концентрація менше 20 пилкових зерен на м<sup>3</sup> вважається низькою, 20-40 на м<sup>3</sup> середньою і більше цього рівня високою, що корелює з проявами амброзійногополінозу. У науковій літературі наводять дані про здатність пилку *AmbrosiaartemisiifoliaL.* переноситися повітряними масами на значні відстані – від кількох десятків кілометрів до 200-500 і навіть 1000 км від місця зростання [9].

*AmbrosiaartemisiifoliaL.* (рис. 2) має стійкі зв'язки з представниками фауни у Північній Америці. Зазначено, що чоловічі квіти відвідуються медоносною бджолою, тоді, як для інших видів комах рослини непривабливі. Гусениці декількох видів молі поїдають листя, квіти та насіння, серед яких *Schinariivulosa*, *Eynchloraarida*, *Tarachidiaerastriodies*, *Tarachidiacandefac* [9]. Слід зазначити, що це підштовхнуло науковців у світі до спроби розробити на основі використання шкідливих видів комах (*Tarachidiacandefacta*, *Epiblemastreनुana*, *Ophraellacommuна*, *Zygotogrammasuturalis*) біологічні методи боротьби з видами амброзій [8]. Деякі види коників утворюють колонії навколо місць зростання рослин амброзії і, можливо, харчуються ними.



*Рис. 2. Суцвіття Ambrosia artemisiifolia L.*

Насіння, яке багате рослинними оліями (до 18%), входить в раціон багатьох видів співочих пташок та пернатих відкритих місцевостей [9]. Особливо цінним насіння є у зимовий період. З цієї причини насіння амброзії полинолистої досить часто входить до складу кормових сумішей для папуг та інших екзотичних птахів, що складає один із маловідомих шляхів поширення. Насіння поїдають більшість видів ховрахів та полівок. З іншого боку, листя дуже гірке і майже не вживається травоядними тваринами [10].

*Ambrosia artemisiifolia L.* проявляє високу екологічну пристосованість до нових умов існування. Потрапивши на нові території, амброзія полинолиста натуралізується в місцеву флору, витісняє аборигенні види, що призводить до сукцесійних змін у фітоценозах (рис. 3) [10].

Боротьба з амброзією полинолистою (*Ambrosia artemisiifolia L.*) є важливою через її агресивне поширення, шкоду для сільського господарства та сильні алергенні властивості. Для ефективного контролю цього бур'яну використовуються різні методи, які можуть бути розділені на механічні, хімічні, агротехнічні та біологічні.

Механічні методи: косіння (регулярне скошування амброзії до моменту цвітіння (приблизно 2-3 рази на рік) дозволяє зменшити кількість виробленого насіння і перешкоджає її поширенню, найкраще косити рослину на початкових стадіях росту, до того як вона сформує насіння), виривання з корінням (ефективний метод для невеликих ділянок, оскільки амброзія має глибоку кореневу систему, необхідно видаляти всю рослину, щоб уникнути повторного проростання), фрезерування (для великих площ можна застосовувати фрезерування ґрунту, що знищує рослини на ранніх стадіях розвитку) [11].



**Рис. 3. Рослину *Ambrosia artemisiifolia L.***

Хімічні методи: гербіциди (використання гербіцидів є ефективним методом для контролю амброзії, особливо на великих площах), час обробки (найефективніше проводити обробку навесні або на початку літа, коли амброзія знаходиться у фазі від 3 до 5 листків, обробка в пізніші терміни може бути менш ефективною, оскільки рослина вже починає продукувати насіння).

Агротехнічні методи: сівозміна (введення правильних сівозмін дозволяє контролювати поширення амброзії на полях), засівання порожніх ділянок, ущільнення ґрунту.

Біологічні методи: використання природних ворогів (біологічний контроль амброзії можливий шляхом використання природних шкідників і хвороб, що вражають цю рослину), мікробіологічні препарати (досліджуються методи використання мікроорганізмів, які можуть пригнічувати ріст амброзії).

**Висновок.** Отже, *Ambrosia artemisifolia L.* є дуже поширеною рослиною в Вінницькій області та представляє серйозну загрозу для здоров'я людей та врожайності сільськогосподарських культур. Вона дуже добре адаптується в нових місцях зростання, тому важливо виявляти її на початкових етапах забур'янення і не дозволити поширитися, бо чим більше насіння потрапить у ґрунт, тим важче буде викоринити цей злісний бур'ян.

Встановлено, що боротьба з цією рослиною є складною задачею, проте використання біологічних методів, таких як використання гербіцидів та створення спеціальних зон, може допомогти контролювати її поширення. Для ефективної боротьби з *Ambrosia artemisifolia L.* необхідно спільними зусиллями залучати аграріїв, екологів та науковців з метою розробки та впровадження комплексних заходів з її контролю та видалення з аграрних угідь.

### Список використаної літератури

1. Неїлик М.М., Цицюра Я.Г. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia L.*): систематика, біологія, адаптивний потенціал та стратегія контролю. Монографія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2020. 700 с.
2. Дерєга О.А. Дажук М.А., Заполовський С.А. Небезпечний бур'ян наступає. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 8. С. 22-23.
3. Заполовський С. А., Руденко Ю.Ф. Обмежити поширення амброзії. Моніторинг амброзії полинолистої та заходи з її знищення в умовах Правобережного Полісся України. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 10. С. 23-25.
4. Іващенко О.О. *Ambrosia artemisiifolia L.*: реакція її рослин на стреси різної природи. *Захист і карантин рослин*. 2014. №3. С. 5-7.
5. Протопопова В.В., Шевєра М.В. Інвазійні види у флорі України. I. Група високо активних видів. *Geo& Bio*. 2019. Т. 17. С. 116-135.
6. Левітський С.А. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia L.*) в Київській області. *Ботанічний журнал*. 2010. Т.8. № 4. С. 6-62.
7. Солоненко В. І. Розповсюдження амброзії полинолистої (*Ambrosia ambrosioides L.*) у м. Вінниця. *Сільське господарство та лісівництво*. 2011. №7 (47) С.88-95.
8. Борзих О. І., Мар'юшкіка В. Я., Скрипник Н.В. Амброзія полинолиста: особливості біологічного контролю. К.: Колобіг, 2013. 80 с.
9. Солоненко В.І., Ватаманюк О.В. Явище амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisifolia L.*) як проблема загальнодержавного рівня: загрози, тенденції, наслідки. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 188-204.

10. Сотников В.В., Зуза В.С., Бахтіярова Е.Т. Амброзія полинолиста – небезпечна карантинна рослина. Харків, 2019. 64 с.

11. Маховська Л.Й., Федоляк М.А., Федоляк В.А. Поширення *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae) на території міста Івано-Франківськ і його околицях. *Вісник Прикарпатського національного університету Івано-Франківськ*, 2010. №13. с. 13-15.

**Анастасія БЕРЕЗОВА<sup>3</sup>**,  
студентка 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### **ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ТА МЕТОДИ БОРОТЬБИ ЗКОЛОРАДСЬКИМ ЖУКОМ (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY.)**

***Анотація.** В даній статті висвітлено проблематику, щодо особливостей біології розвитку, шкочинності та поширеності колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Дослідженнями уточнено життєвий цикл колорадського жука. Встановлено у якій фазі розвитку фітофаг найбільш шкочинний, як зміна клімату вплинула на чисельність популяції фітофага, які біологічні особливості дали змогу фітофагу уникати несприятливих умов навколишнього середовища. За результатами вище зазначених досліджень удосконалено і обґрунтовано використання системи захисту картоплі від колорадського жука, яка ґрунтується на використанні механічного, біологічного, хімічного, народного та інших методів для контролю чисельності фітофага.*

***Ключові слова:** колорадський жук, яйцекладка, личинка, лялечка, пошкодження, методи боротьби, урожайність.*

***Annotation.** In this article, problems related to the peculiarities of the biology of development, harmfulness and prevalence of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) are highlighted. Research has clarified the life cycle of the Colorado beetle. It was determined in which phase of development the phytophagous is the most harmful, how climate change affected the number of the phytophagous population, what biological features enabled the phytophagous to avoid adverse environmental conditions. According to the results of the above-mentioned studies, the use of the potato protection system against the Colorado potato beetle, which is based on the use of mechanical, biological, chemical, folk and other methods to control the number of phytophages, has been improved and substantiated.*

---

<sup>3</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

**Key words:** *Leptinotarsa decemlineata* Say, egg-laying, larva, pupa, damage, control methods, productivity.

**Вступ.** Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) – комаха, яка є представником сімейства жуків-листоїдів і належить до ряду твердокрилих. Жук дістав свою назву після того, як 1859 року в штаті Колорадо, після наведення цього шкідника на картопляні плантації, посівам був нанесений величезний вплив. Вже за два десятиліття в цьому штаті кількість жуків зросла до такого ступеня, що селяни просто відмовилися від вирощування картоплі, попри те, що вартість клубнів зросла багаторазово. Вважається, що джерела походження цієї комахи зникають у північно-східні регіони Мексики. Звідси жук почав своє поширення на нові земельні площі, включно з територією Сполучених Штатів, де успішно пристосується до змінних умов існування. Упродовж наступних півтора століть ці комахи поширилися практично у всьому світі та стали чималою проблемою для виробників картоплі в багатьох країнах. Цікавий той факт, що колорадський жук не може потонути у воді. Через цю особливість, для нього не є перешкодою жодні водойми. Колорадський жук живиться листяної рослин родиною пасльонових: баклажанів, солодкого перцю, фізалісу, картоплі, помідора [1].

Навесні відбувається пробудження зимуючих імаго, терміни виходу жуків на поверхню безпосередньо залежать від погодних умов, а саме від температури ґрунту та кількості опадів. Мінімально необхідна денна температура повітря для розвитку імаго колорадського жука  $+12^{\circ}\text{C}$ , температура ґрунту на глибині 10 см від  $+4$  до  $+6^{\circ}\text{C}$ .

При температурі повітря від  $+15^{\circ}\text{C}$  і ґрунту від  $+13$  до  $+14^{\circ}\text{C}$  жуки дружно і масово виповзають на поверхню.

**Виклад основного матеріалу.** Колорадські жуки вважаються небезпечними шкідниками, оскільки дуже швидко розмножуються та значно пошкоджують насадження картоплі, томатів та інших пасльонових культур. Лише одна самиця може за сезон дати потомство понад 80 млн особин, які своєю життєдіяльністю здатні знищити до 100 тисяч рослин. Найбільша активність спостерігається у жарку суху погоду. Личинки та дорослі особини живляться листям культур і за відсутності своєчасного реагування здатні повністю знищити врожай [2].

Вигляд комахи змінюється залежно від її стадії розвитку:

**Імаго.** Червоно-жовтого або жовтого кольору із 10-ма характерними чорними смужками на надкрилах. Тіло коротке, овальної форми, блискуче та опукле, довжиною до 12 та шириною до 7 мм. Голова та передньоспинка мають темні плями. Вусики чорно-жовті, потовщені на вершині, лапки чорні з чіпкими кігтиками. Самиця та самець мають різну будову статевих органів. Яйця. Червоно-жовтого кольору, блискучі, видовжено-овальні, довжиною до 1,4 мм. Личинки. У молодшому віці мають темно-сіре, а у старшому – червоно-жовте, цегляне забарвлення. Тіло м'ясисте, липке, за будовою схоже на черв'яка, пласке знизу та опукле згори з характерним здуттям

посередині. Довжина личинки останнього віку може сягати 16 мм, з боків черевця розташовано по два ряди характерних чорних плям.

Лялечка. Поступово змінює своє забарвлення з червонуватого на жовтобіле, за формою нагадує дорослу особину та має розмір 10 на 6 мм (рис 1).



*Рис 1. Імаго і яйцекладка, личинка та лялечка колорадського жука*

*Стадії розвитку та розмноження колорадського життя.* Зимують імаго в ґрунті, найчастіше на глибині 10–30 см. У районах з піщаними, супіщаними та іншими легкими ґрунтами зимують на глибині 30 – 40, іноді до 50 см. За час зимівлі значна частина гине – до 42 % особин, що зимують на глибині до 10 см. У разі залягання в ґрунті на глибині 20–30 см гине близько 13 %, а на глибині 40–50 см – тільки 0,2 % імаго. Частина популяції після розмноження може зимувати вдруге. У Поліссі й Лісостепу на другу зимівлю йде 18–20 % усієї популяції, а в окремі роки – значно більше. Таким чином, популяція, що зимує, складається як з імаго першого року, так частково і з імаго другого року життя. Навесні ці імаго нормально живляться, відкладають яйця і відмирають тільки наприкінці червня – у липні [2, 3].

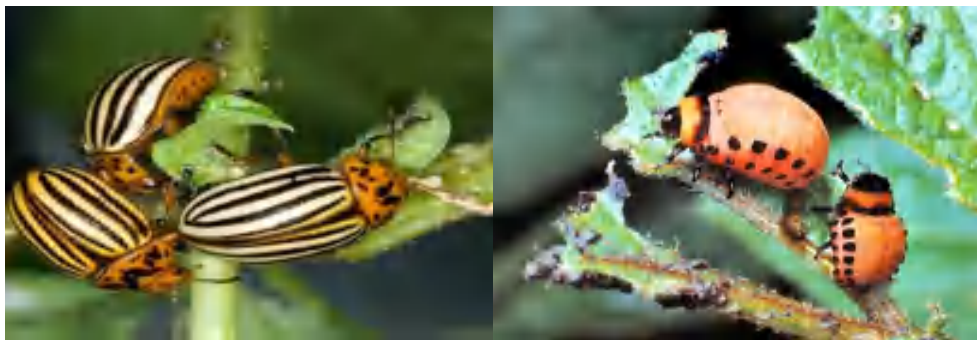
Терміни весняного пробудження колорадського жука значною мірою залежать від погодних умов, особливо від температури ґрунту та кількості опадів. Найінтенсивніший їх вихід спостерігається після випадання дощів, у теплу сонячну погоду, за температури повітря не нижче 15 °С і ґрунту –13–14 °С. Такі умови в Поліссі й Лісостепу України складаються найчастіше в третій декаді травня, а в південних районах – з 10 квітня по 10 травня. Вихід імаго з ґрунту розтягується на 1–1,5 міс [4].

Масовий вихід імаго, що перезимували, збігається зазвичай з початком відкладання яєць першими жуками, які з'явилися на поверхні ґрунту. Вихід з місць зимівлі та його тривалість залежать від фізіологічного стану комах. Першими з'являються на поверхні фізіологічно ослаблені імаго, що двічі зимували, відроджені з перших кладок яєць. Вони у значній кількості гинуть після виходу і впродовж літа відрізняються зниженою плодючістю. Найбільш життєстійкими є імаго масового виходу. Певний час вони тримаються на поверхні ґрунту, потім, за 2–3 доби, починають поїдати молоде листя картоплі.

У пошуках їжі жуки перелітають на значні відстані. Часто вони збираються у значній кількості на самосівах картоплі присадибних ділянок, де сходи з'являються раніше, ніж у польових сівозмінах. Вони живляться також на

дикорослих рослинах – блекоті, беладонні, пасльоні, дурмані та інших пасльонових культурах. На 3–5ту добу після виходу з ґрунту імаго спаровуються, і самки починають відкладати яйця на нижній бік листків купками, по 28 – 30, а іноді до 70 яєць у кожній кладці. Самиці високо плодючі, продукують у середньому від 900 до 1600, а в деяких випадках понад 2000 яєць, відкладаючи їх упродовж літа. Ембріональний розвиток триває від 6 до 18 діб, залежно від температурного режиму й вологості повітря. Оптимальними для розвитку ембріонів є температура 20–22 °С й відносна вологість 65–70 %. За таких умов відродження личинок розпочинається на 5–6ту добу після відкладання яєць. За температури нижче 12 °С ембріональний розвиток не відбувається. Личинки живляться відкрито на листках картоплі та інших пасльонових упродовж 18–24 діб, у південних районах і низинній частині Закарпаття – впродовж 14 діб. Відразу після виходу з яєць личинки живляться яйцевими оболонками, іноді поїдають яйця, що містять живі зародки. Потім вони гризуть м'якуш листка з нижнього боку, поступово переходять наверхній бік і обгризають листки повністю, залишаючи тільки жилки. Упродовж життя личинки линяють тричі і мають відповідно чотири віки. Найбільш ненажерливі личинки старших віків. За температури повітря понад 12 °С вони живляться вдень і вночі. Знищивши листя на одній рослині, переселяються на інші (рис 2) [4].

Завершивши розвиток, личинки заглиблюються у ґрунт на 8–10 см (іноді до 20 см) для заляльковування. Розвиток лялечки триває 12–21 добу. Молоді імаго першої літньої генерації починають з'являтися в лісостеповій зоні в третій декаді липня, а у степових районах – наприкінці червня – на початку липня. Значна частина молодих імаго в поточному році зовсім не відкладає яєць, а йде у ґрунт на зимівлю. У наступному році ця частина імаго розмножується дуже активно і створює найбільшу загрозу врожаю. Відкладання яєць першої літньої генерації в Поліссі та Лісостепу спостерігається наприкінці липня – на початку серпня, а на півдні України – майже на місяць раніше. Плодючість самиць першого покоління: мінімальна 130, максимальна – 400 яєць. У південних районах і низинній частині Закарпаття личинки закінчують живлення, заляльковуються, й імаго другої генерації виходять з лялечок вже у другій половині серпня. Іноді після нетривалого живлення вони дають початок факультативному третьому поколінню, що завершує, однак, свій розвиток лише в окремі роки [5].



*Рис 2. Пошкодження (грубе об'їдання), що спричиняє імаго та личинка колорадського жука*

Характерною біологічною ознакою колорадського жука є наявність у циклі його розвитку кількох форм фізіологічного спокою різної тривалості, завдяки чому дуже утруднюється боротьба з ним. В Україні встановлено шість категорій фізіологічного спокою, що мають велике значення при взаємодії з чинниками зовнішнього середовища в різні періоди року:

1) зимова діапауза, що триває від двох до чотирьох місяців на рік, яка забезпечує ощадливу витрату організмом речовин, запасених у теплий час кінця літа й осені до настання холодів;

2) зимова сплячка, що змінює зимову діапаузу при настанні холодного періоду року, вона триває до ранньої весни; в цей час розвиваються відбудовні процеси перед настанням весняного пробудження;

3) літня діапауза, фізіологічно близька до зимової, спостерігається в частини популяції влітку, у найспекотніший період, тривалістю до місяця;

4) літній «сон», що охоплює значну частину популяції в середині літа й триває до 10 діб;

5) затяжна (багаторічна) діапауза, яка в ґрунтах легкого механічного складу триває у частини особин до трьох років і забезпечує збереження виду в несприятливих для активної життєдіяльності періоди, що перевищують за часом один рік;

6) повторна діапауза, в яку впадають наприкінці серпня – на початку вересня імаго, що перезимували, влітку розмножувалися і дожили до осені.

Ці адаптивні явища зумовлюють постійну наявність імаго в ґрунті у багаторічних осередках розмноження.

Природне відмирання імаго, що перезимували, відбувається поступово, впродовж усього літнього сезону, наростаючи від весни до осені. В обмеженні чисельності колорадського жука важливу роль відіграють його природні вороги – хижаки, паразити та ентомопатогенні організми.

У колодаського жука не так багато природних ворогів. Серед них виділяються комахи, як-от клопи периллюс і подізус, що живляться їхніми яйцями. У наших регіонах як природні вороги колорадського жука слугують сонечко, жушниці та личинки золотоочок.

Останнім часом приділяється більша увага використанню біологічних методів боротьби зі шкідниками, відходячи від хімічних засобів захисту на користь більш екологічних варіантів. Це напрямок обраний через прагнення знизити шкоду довікллю. Для контролю популяції колорадського жука на деяких фермах залучають індиків, фазанів и цесарок. Ці птахи можуть ефективно знищувати як дорослих особин, так і личинок жука. Важливо починати звикання птахів до такого раціону з раннього віку, щоб забезпечити їхню ефективність у боротьбі зі шкідниками.

Для запобігання заселенню культури шкідником та пошкодженню насаджень використовують наступні засоби боротьби:

Агротехнічні – ретельне обстеження насаджень пасльонових культур та облаштування приманочних посівів;

Механічні – на невеликих ділянках личинок та дорослих особин збирають вручну з наступним їхнім знищенням;



Хімічні –яди від колорадського жука, які застосовують для внесення в ґрунт, обробка посадкового матеріалу та обприскування вегетуючих рослин.

Хімічний метод нині популярний серед землеробів, які мислять нерационально. У продажі є настільки багато різновидів отрути проти колорадського жука, що він, здавалося б, давно мав би зникнути угідь. Але у природі усе відбувається непросто, і кожне наступне покоління шкідника з'являється на світ більш пристосованим до хімічних речовин, якими його обробляють. Нерационально мислячі землероби у такому випадку починають застосовувати проти колорадського жука повійну дозу отрути, помилково думаючи, що це допоможе швидко й ефективно перемогти шкідника. Але ми забуваємо про здорове довкілля, про якість врожаю, а відтак, про здоров'я власне та членів своєї сім'ї. На жаль, на сьогодні спостерігається байдуже ставлення до цієї кричущої проблеми. Ми вдаємося до легких шляхів – купити отруту, обробити шкідників, а якщо не допомогло, повторити дії із подвійною дозою отрути [6, 7].

На противагу хімічному, біологічний метод захисту рослин вимагає певних знань. На присадибних ділянках можна використовувати природні засоби для обприскування картоплі. Варто зауважити, що жодні методи боротьби (ні хімічні, ні біологічні) з колорадським жуком не діють на яйцекладки шкідника. Личинок можна знищити деревним попелом (найкращий березовий), посипаючи ним зранку листя картоплі. Ефективний від яйцекладок розчин сечовини (мінеральне добриво) у пропорції 100 г на 10 л води. Можна застосовувати відвар різноманітних трав: чистотіл, пижмо, полин тощо [3].

**Висновок.** Отже, за результатами проведеного дослідження я детально дізналася життєвий цикл, розвиток колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). У даній проблематиці досліджень також розглядалось ефективне використання природних ворогів колорадського жука та агротехнічні, біологічні та хімічні методи обмеження чисельності колорадського жука.

### Список використаної літератури

1. Федоренко В.П. Шкідники сільськогосподарських рослин. Київ, 2018. 355 с. Бойко Ю. В.
2. Сезонна динаміка шкідливості колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) в Західному Лісостепу України. Вісник Львівського державного аграрного університету : агрономія. 2012. № 16. С. 401–406.
3. Лютко Л.М. Колорадський жук та засоби захисту картоплі від нього. Карантин і захист рослин. 2012, № 6. С. 15–16.
4. Знаменський О.П. Оцінка стійкості сортів картоплі щодо колорадського жука. *Захист рослин*. 2003. Вип. 49. С. 105–109.
5. Шита О.В., Росінський О.І. Методичні рекомендації із захисту картоплі від хвороб та шкідників. ТОВ «Гліф Медіа», Київ. 2019. С. 28.
6. Гурманчук О.В., Бакалова А.В. Регулювання чисельності колорадського жука за використання біопрепарату Актофіт. *Органічне*

виробництво і продовольча безпека: Зб. матеріалів доп. учасн. IV Міжнар. наук.-практ. конф.: Житомир. 2016. С. 205–208.

7. Сергієнко В.Г., ШитаО.В., Тітова Л.В. Комплексний захист картоплі. *Плантатор*. 2012. №3. С. 50–53

**Дар'я БОЯЛЬСЬКА<sup>4</sup>**,  
студентка 1-го року навчання,  
факультету екології, лісівництва та  
садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА СОРТІВ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО В УМОВАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

***Анотація.** Стаття приурочена огляду господарсько-біологічних показників сучасних сортів овочевого гороху. Відображено результати досліджень особливостей будови, розвитку та продуктивності основних сортів гороху овочевого, що користуються попитом у вирощуванні свіжої зеленої продукції серед основних сільгосптоваровиробників в умовах Правобережного Лісостепу Вінницької області. Описано основні характеристики біологічної оцінки продуктивності, значення гороху овочевого у господарстві, стан та перспективи галузі продукції рослинництва, що користується попитом на свіжому ринку України.*

***Abstract.** The article is dedicated to the review of the economic and biological indicators of modern varieties of pea. The results of research on the peculiarities of the structure, development and productivity of the main varieties of pea, which are in demand in the cultivation of fresh green products among the main agricultural producers in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Vinnytsia region, are described. The main characteristics of the biological assessment of productivity are described. , the importance of vegetable peas in the economy, the state and prospects of the field of crop production, which is in demand on the fresh market of Ukraine.*

***Вступ.** Горох являється однією із основних культур, що мають у складі своєї продукції високий вміст білку та перетравного протеїну, який несе в собі основоположницьку роль у забезпеченні людського та тваринного організму елементами живлення [1].*

На сьогоднішній день Україна відіграє величезну, одну із провідних ролей, у забезпеченні не лише нашого континенту, але й світу в цілому продуктами харчування. Зумовлено це насамперед ґрунтово-кліматичними умовами нашого регіону, які є сприятливими не лише для вирощування продукції рослинництва, але й овочів зокрема. Згідно рішення продовольчої та

---

<sup>4</sup>Науковий керівник: Мостовенко В.В., доктор філософії, старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин.

сільськогосподарської комісії ООН Україна віднесена до держав, що у найближчій перспективі мають стати основоположниками у забезпеченні світових потреб у продукції рослинництва.

Однак разом із процесом інтенсифікації землеробства в Україні з початку XXI століття широкого розголосу набуло питання забезпечення людства продукцією рослинництва, яка б у своєму складі мала якомога менший вміст синтетичних сполук. До такої продукції в першу чергу слід віднести продукцію

**Виклад основного матеріалу.** Горох являється однією із найстародавніх сільськогосподарських культур. На територіях України крупнонасінний горох почали культивувати ще з IV-VI ст. до н. е, про що свідчать знахідки археологів [3]. До прикладу, із літератури відомо, що горох не лише в їжу, але і як корм худобі та зокрема в якості сидератів використовували ще в Стародавній Греції та Римі в далекому IV-II ст. до н.е. Цікавим фактом є те, що овочевий горох в культурі землеробства став відомим раніше від зернового. Горох займав провідне місце серед бобових овочевих культур. В Європі, зокрема, горох овочевий почали культивувати в XVII ст. у Голландії а у XVIII ст. у Англії [6]. Овочевий горох, безумовно має велике народно-господарське значення у повноцінності харчування людства, дякуючи вмісту збалансованого вуглеводного складу білків та вуглеводів, біологічно активних та мінеральних речовин. Цей ботанічний вид належить до рослин з високим ступенем використання врожаю та продуктів життєдіяльності. Недозріле зерно – зелений горошок – використовують як високопоживний продукт у свіжому та консервованому вигляді. Зокрема широкого розповсюдження набуло використання в їжу молодих зелених плодів гороху, які відзначаються високими смаковими якостями та збалансованістю елементів живлення. Відходи консервного виробництва – бадилля, пошкоджене зерно, стулок бобів, а також суха солома – цінний білковий корм для сільськогосподарських тварин. Бульбочкові бактерії, що розвиваються на корінцях рослин, залишають у ґрунті після збирання врожаю до 100 кг/га азоту, що відповідає 12-16 тонам гною і позитивно впливає на наступні культури в сівозміні. За хімічним складом зелений горошок містить (у % на сиру речовину): сухих речовин – 19-21, цукру – 5,0-7,2, крохмалю – 1,2-1,4, клітковини – 1,8-2,2, білка – 5,6-8,1, золи – 0,5-0,7, олії – 0,7-0,9 та вітаміну С – 37-45 мг/100 г.

На території сучасної України горох був відомий як зернобобова овочева культура ще з XI ст., а окремі автори називають навіть більш ранню дату – VI-VIII ст. Найбільшого розповсюдження горох набув в Україні з XVII-XVIII ст. [8].

У цей період, завдяки народній селекції, відбувся остаточний розподіл форм гороху на зернові, овочеві та кормові сорти, які різняться між собою і за вимогами до окремих елементів агротехніки: способу сівби, густоти посівів, фону мінерального живлення, зрошувальної норми та ін.

Горох овочевий займає особливе місце серед інших овочевих культур. Вирощують його в усіх зонах України, у т.ч. в Степу – до 25% від загальної площі. Середня врожайність насіння гороху сягає 24 ц/га, що свідчить про його високий потенціал [8].

Горох, як сільськогосподарська культура має багатовікову історію вирощування. Спочатку горох вирощували на городах, а пізніше почали вирощувати у полі збільшуючи площі. З освоєнням і розвитком селекції рослин гороху знов став вирощуватися, поряд з польовою, і в городній (овочевій) культурі [7].

Горох овочевий вимогливий до вологи. Найкраще він росте та розвивається при вологості ґрунту 70% найменшої вологоємності. Найбільш вимогливими до забезпечення вологою, рослини гороху овочевого стають у фазу бутонізації, цвітіння і формування бобів. Саме тому посів потрібно проводити за настання активних температур та високої вологоємності ґрунту. Для проростання насіння гороху потрібно 150 % води від ваги насіння [6]. В подальшому максимальна потреба у волозі приходиться до періоду цвітіння і наливу бобів. Нестача вологи викликає обпадання квіток. Горох – це рослина, яка росте й при надмірній вологості, але при таких умовах листки і боби його починають гнити, що знижує врожайність. Горох не витримує високого залягання підґрунтових вод, бо в таких умовах коренева система його відмирає, рослини жовтіють і гинуть. Тривале перезволоження на ранніх етапах розвитку рослин (до цвітіння) пригнічує ріст, викликає передчасний хлороз листя і, як наслідок, зниження врожайності до 42%. Осмотичний стрес, що моделює недолік вологи, ймовірно призводить до гальмування метаболічної діяльності мітохондрій і, як наслідок, припинення росту рослин гороху, при цьому 3-х денні проростки реагують на стрес в меншій мірі, ніж 5 денні, володіючи більш високою стійкістю до дефіциту вологи [5]. Надмірне зволоження також негативно впливає на продуктивність гороху овочевого – дуже розвивається вегетативна маса, на що витрачається багато поживних речовин і врожай зерна значно знижується. Крім того, при цьому рослини дуже уражуються хворобами [1]. Кращими попередниками для гороху овочевого є озимі зернові культури, кукурудза на силос, картопля, столові та цукрові буряки. О.І. Зінченко та ін. не рекомендують висівати горох після або поблизу (ближче 1 км) інших бобових культур, з якими у нього багато спільних шкідників. Також не варто повертати горох на його попереднє місце вирощування у сівозміні частіше як кожних 4-5 років задля того щоб попередити так званий процес «горохової перевтоми», яка призводить до того, що рослини починають дуже сильно уражуватися фузаріозами, офіобольозами, гельмінтоспоріозами, корневими гнилями, пошкоджуватися різноманітними шкідниками та хворобами [6].

Горох овочевий – самозапильна рослина, проте в жарку погоду спостерігається також і перехресне запилення. У рослин гороху виділяють чотири основні фази (проростання насіння, поява сходів, бутонізація – цвітіння, досягання) і XII етапів онтогенезу, які поділяють на 3 періоди: 1-й (I-II етапи) – формування та ріст вегетативних органів, коренів, стебла, листків; 2-й (III-VIII етапи) – закладання, ріст генеративних органів суцвіть, квіток; 3-й (IX-XII етапи) – формування, ріст і досягання репродуктивних органів – бобів і насіння [3].

Овочевий горох дуже вибагливий до живлення, тому в ґрунт, призначений для його вирощування, треба вносити відповідну кількість органічних та мінеральних добрив. Для мозкових сортів гороху найважливішими є азотні добрива. Відомо, що для утворення врожаю гороху треба азоту в 2-3 рази більше, ніж для інших овочевих культур. Азотфіксуючі мікроорганізми і бульбочкові бактерії у весняний період мало активні внаслідок низької температури. У перші 20 днів вегетації, до початку розвитку бульбочкових бактерій, рослини дуже реагують на азотні добрива [3].

Сорт гороху Скінадо – середньопізній (95-98 днів), дуже продуктивний сорт для відкритого й закритого ґрунту. Рослина міцна, під час цвітіння завдовжки 90 см, лист стандартний. До першої квітки формується 14 вузлів. Стручки прямі, виповнені, з 8-ма великими смарагдовими горошинами.

Сорт гороху Преладо має строк дозрівання 56-58 днів(стиглість технічна може наступати і через 53-56 діб),що зумовлює його приналежність до ультраранніх сортів. Довжина стебла коливається в межах 62-70см,під час цвітіння довжина стебла є невисокою. Плоди гороху темно-зеленого кольору і мають крупні зморшкуваті зерна.

Сорт гороху Соммервуд має міцні рослини, виростає до 90 см у висоту. Вкрита великим листям, яке відмінно захищає стручки від сонячної активності. Завдяки добре розвиненій кореневій системі забезпечує достатнє насичення плодів корисними мікроелементами з ґрунту.

Горох овочевий Соммервуд темно-зеленого кольору, вирівняний за розміром, слабозморшкуватий. При досягненні зрілості в стручках завдовжки 7-8 см формується близько 8-9 однорідних зерен з відмінними смаковими якостями і привабливим виглядом. Горошини легко відокремлюються від стручка. Зібраний урожай довгий час не старіє і не втрачає смакових характеристик.

Горох овочевий Драгон – популярний сорт овочевого гороху, з дуже раннім терміном дозрівання (50-55 днів в південних регіонах). Висота рослини 70-80 см. Формує дуже довгі, темно-зелені боби, із загостреною верхівкою, довжиною 9 см, які містять 10-12 горошин. Горошини великого розміру, однорідні, темно-зеленого кольору, з високим вмістом цукру. Сорт відрізняється високою врожайністю, відмінними товарними і смаковими якостями, стійкістю до фузаріозного в'янення. Дуже добре підходить для ручного і механізованого збирання.

Дослідження основних господарсько-біологічних показників сортів гороху овочевого проводилось нами на базі господарства ТОВ «Калинівський Агрохім» Вінницької області Хмільницького району. За результатами досліджень нами було встановлено основні структуроутворюючі показники врожайності основних, культивованих в умовах нашої зони сортів гороху овочевого, зокрема таких як Скінадо, Соммервуд, Драгон та Преладо. Всі дані сорти є надбанням селекції зарубіжних учених, однак є районованими для наших умов (табл.1.)

Усі досліджувані нами сорти висівались в однакових умовах, однаковими

агрегатами в один день та на однакову глибину з аналогічною густотою.

Норма висіву становила 1млн.насінин на гектар. Показники схожості та енергії проростання коливались в межах 95-98%. Однак зафіксовані нами показники густоти стояння рослин на момент початку цвітіння коливались в межах від 824 тис. шт. рослин на гектар по сорту Соммервуд та до 950 тис. шт. рослин на гектар по сорту Скінадо.

**Таблиця 1**

**Основні біологічні показники гороху овочевого в залежності від сорту**

Облікова площа, 100м <sup>2</sup>	Сорт гороху овочевого	Густота рослин, тис.шт/м <sup>2</sup>	Висота рослин, см	Кількість бобів на рослину,шт.
Ділянка № 1	Скінадо	950	75,4	34
Ділянка № 2	Соммервуд	824	78,9	31
Ділянка № 3	Драгон	875	70,2	29
Ділянка № 4	Преладо	912	68,7	38

*\*Джерело: таблиця сформована автором*

Данне коливання в густоті стояння рослин було зумовлено неоднаковим стартовим ростом рослин по сортах, що зумовлено їхніми біологічними особливостями. Також нами було проаналізовано такий важливий показник як висота рослин на момент повного цвітіння. Найвищої висоти рослини гороху досягли у сорту Соммервуд (75,4 см в середньому),а найменшу висоту рослин було зафіксовано у рослин сорту Преладо (68,7 см в середньому).Дані показники залежать перш за все від біологічних особливостей сорту а також від густоти стояння рослин. Так нами було зафіксовано, що із збільшенням густоти стояння прямопропорційно збільшується і висота рослин, так як вони починають більше конкурувати між собою за освітлення і тягнутися до сонця. Стосовно аналізу такого показника як кількість бобів на рослину можна зробити попередній висновок, що чисельність бобів в більшій мірі залежить від особливостей сорту і в менш значній мірі від густоти стояння та висоти рослини.

Також серед основних господарсько-біологічних показників було відстежено коливання значення такого важливого показника як маса тисячі насінин (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Урожайність сортів гороху овочевого на сиру масу**

Варіант	Сорт гороху овочевого	Маса 1000 насінин, грам	Вологість при збиранні,%	Бункерна вага, т/га
Ділянка № 1 100 м <sup>2</sup>	Скінадо	245	35,5	11,7
Ділянка № 2 100 м <sup>2</sup>	Соммервуд	216	40,1	13,2
Ділянка № 3 100 м <sup>2</sup>	Драгон	246	37,5	10,5
Ділянка № 4 100 м <sup>2</sup>	Преладо	212	38,6	13,6

*\*Джерело: таблиця сформована автором*

Найвищою маса тисячі насінин була зафіксована у рослин сорту овочевого гороху Драгон і склала 246 грамів.Найменшим значенням даного показника

відзначились рослини гороху сорту Соммервуд. Дана кореляція, як було з'ясовано нами в ході досліджень напряду залежала від густоти стояння рослин та їхньої висоти а також озерненості рослини. Чим більшою була кількість насінин в рослині та густота стояння рослин, тим меншою була маса тисячі насінин, що пояснюється надходженням меншої кількості поживних речовин до кожної рослини через загушення посіву. Показник вологості під час збирання-показник, який залежав в першу чергу від довжини вегетації кожного сорту та часу збирання гороху на протязі доби. Найвищою вологість збирання була у сорту Соммервуд, так як він має найдовший період вегетації. Виходячи із даних по обмолоту було проаналізовано також значення такого показника як бункерна урожайність (урожайність на сиру масу). Варто відмітити, що бункерна урожайність була найвищою у сорту Соммервуд (13,2 тон/га в перерахунку на вологу масу),на що вплинув ряд досліджуваних нами показників, в тому числі таких як висота рослин, густота стояння, кількість зерен в рослині та інші.

Виходячи із усіх вищезазначених отриманих даних нами було проведено аналіз таких найважливіших для нас показників як вміст білку, вихід зеленого горошку з боба у відсотках та в кінцевому рахунку залікова вага т/га з врахуванням маси зеленого боба (табл. 3.)

**Таблиця 3**

**Урожайність сортів гороху овочевого в перерахунку на залікову вагу (40%)**

Віріант	Сорт гороху овочевого	Вихід зеленого горошку з боба,% від маси	Вміст білку,%	Залікова вага,т/га(з врахуванням маси боба)
Ділянка № 1 100 м <sup>2</sup>	Скінадо	44	30,3	11,5
Ділянка № 2 100 м <sup>2</sup>	Соммервуд	47,2	30,1	13,1
Ділянка № 3 100 м <sup>2</sup>	Драгон	41,4	34,2	10,45
Ділянка № 4 100 м <sup>2</sup>	Преладо	46,9	30,6	13,4

*\*Джерело: таблиця сформована автором*

Отже варто зазначити, що по вмісту білку усі досліджувані сорти мали високі показники(вище 30%),що свідчить про їхню високу придатність до консервування та хороші смакові показники. Однак все ж таки зафіксована кореляція по даному показнику свідчить про те, що у рослин сорту Драгон вміст білку був найвищим, що робить його одним із безумовних лідерів по обсягам продажу насінневого матеріалу. Стосовно аналізу даних врожайності по заліковій вазі можна зробити висновок, що сорт Соммервуд є одним із найбільш придатних для вирощування в умовах нашої зони, так як на ділянках з даними рослинами було зафіксовано найбільшу залікову врожайність по виходу зелених бобів на залікову вагу, а саме 13,1т/га. Також у даного сорту було зафіксовано найвищий вихід зеленого горошку з боба, який склав 47,2% від маси боба.

**Висновки.** Отже, в результаті проведених досліджень по вивченню основних господарсько-біологічних показників гороху овочевого було встановлено придатність культивованих сортів до зони вирощування та

залежність основних показників від факторів навколишнього середовища. Вивчаючи біологічні особливості будови, росту та розвитку рослин гороху овочевого було сформовано оцінку дослідних сортів згідно основних елементів структури врожаю та показників бункерної та залікової ваги. Було встановлено та прослідковано чітку залежність по врожайності сортів від тривалості їхнього періоду вегетації, кількості бобів на рослині, кількості зерен в рослині та маси тисячі насінин.

### **Список використаної літератури**

1. Дідух Я. П. Зелена книга України. Рідкісні і такі, що перебувають під загрозою зникнення рослинні угруповання. К.: Альтерпрес, 2009. 448 с.
2. Камінський В.Ф. Стан та перспективи виробництва гороху на Україні. Вісник аграрної науки. 2000. № 5. С. 22-25.
3. Гамаюнова В.В., Філіп'єв І.Д., Сидякіна О.В. Родючість темно-каштанового ґрунту під впливом тривалого застосування добрив і зрошення Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць. 2005. Вип. 36. С. 141-145.
4. Розвадовський А.М., Болтовська Я.Й. Горох. Зернобобові культури. К.: Урожай, 1999. С. 4-27.
5. Mazur V.A., Pansyryeva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. Agronomy Research.
6. Телекало Н.В. Конкурентоспроможність технологій вирощування гороху посівного в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 90. С. 96-101.
7. Телекало Н.В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 1(82). С. 130-136.
8. Дідур І.М., Шевчук В.В., Мостовенко В.В. Особливості проростання насіння та початкові етапи росту гороху озимого за дії мікробного і стимулювального препаратів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17. С. 15-29.



Максим БІЛОСТЕГНЮК <sup>5</sup>,  
студент 3-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ, ПОШИРЕНІСТЬ ТА ШКІДЛИВІСТЬ ЗАХІДНОГО КУКУРУДЗЯНОГО ЖУКА (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LeConte.)

**Анотація** У даній статті розглянуто західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.) – небезпечний шкідник кукурудзи, що завдає значних економічних збитків сільському господарству. Личинки даного жука пошкоджують кореневу систему кукурудзи, що призводить до зниження стійкості рослин і врожайності. Дорослі жуки живляться листям і качанами, погіршуючи якість врожаю. Шкідник здатний швидко адаптуватися до засобів боротьби, включаючи інсектициди, що ускладнює його контроль. Основними методами захисту є сівозміна, застосування інсектицидів, а також біотехнологічні підходи, спрямовані на створення стійких до шкідника сортів кукурудзи. *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. – обмежено поширений в Україні карантинний шкідник.

**Ключові слова:** Західний кукурудзяний жук, шкодочинність, боротьба, урожай кукурудзи, карантинний об'єкт, інсектициди.

**Annotation** This article deals with the Western corn beetle (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.), a dangerous pest of corn that causes significant economic losses to agriculture. The larvae of this beetle damage the root system of corn, which leads to a decrease in plant resistance and yield. Adult beetles feed on leaves and cobs, deteriorating the quality of the crop. The pest is able to quickly adapt to means of control, including insecticides, which makes it difficult to control. The main methods of protection are crop rotation, the use of insecticides, as well as biotechnological approaches aimed at creating pest-resistant varieties of corn. *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte is a quarantine pest of limited distribution in Ukraine.

**Keywords:** *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, pest, control, corn yield, quarantine facility, insecticides.

**Вступ.** Щорічно розширюються міждержавні торгово-економічні відносини з різними за рівнем розвитку країнами світу. Це сприяє значному зростанню обсягів імпорту та експорту рослинної продукції та створює додаткові умови для проникнення нових адвентивних видів. Одним із небезпечних шкідників, що стрімко заселив значні території південної Європи і

---

<sup>5</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

став суттєвою загрозою кукурудзяним посівам України, є західний кукурудзяний жук (ЗКЖ) – (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.).

Батьківщиною західного кукурудзяного жука є Центральна та Північна Америка. Вперше шкідник був відмічений у США в 1909 році як шкідник цукрової кукурудзи. За даними карантинної служби США, збитки з урахуванням втрат врожаю і витрат на проведення хімічних обробок сягають 1 млрд. доларів щорічно [3]. Жуки та личинки кукурудзяного жука є переносниками збудників грибкових, бактеріальних та вірусних хвороб кукурудзи (рис 1).

Кукурудза – одна з найбільш рентабельних злакових культур універсального призначення, яку разом із рисом і пшеницею відносять до одного з «трьох найголовніших хлібів людства». У зв'язку з розширенням посівних площ під кукурудзою в останні роки Україна стала важливим експортером зерна, попит на яке невідомо зростає, як найбільш цінного в потенційному відношенні для забезпечення продовольчих, кормових та технічних цілей.



Рис 1. *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.

Однією з головних умов для одержання високих врожаїв кукурудзи є захист її посівів від шкідників.

На території України налічується близько 200 видів комах, які здатні пошкоджувати кукурудзу, серед них 20 видів, які найбільше завдають пошкоджень і мають економічне значення. Проблема зменшення втрат врожаю зерна та зниження його якості від шкідників в останні роки загострюється [1].

На території України західного кукурудзяного жука вперше виявлено у 2001 році в Закарпатській області. Щороку ареал його невідомо збільшується, і наразі діабротику виявляють на посівах кукурудзи в Закарпатській, Львівській, Івано-Франківській, Тернопільській, Чернівецькій, Вінницькій, Житомирській, Хмельницькій та Волинській областях.

Сьогодні посіви кукурудзи в Україні під загрозою появи нового, не менш небезпечного шкідника, ніж колорадський жук – західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.). Цей жук вважається одним із найбільш небезпечних шкідників кукурудзи не лише у країнах Європи, а й у всьому світі.

За останні 25 років він розповсюдився по території Болгарії, Угорщини, Хорватії, Боснії та Герцеговини, Румунії, Словаччини, Чехії, Австрії, Італії, Швейцарії, Франції, Бельгії, Великобританії, Нідерландів, Словенії, Польщі, Німеччини, Білорусі та Греції [2].



*Рис 2. Імаго західного кукурудзяного жука*

Західний кукурудзяний жук(рис 2) належить до родини листоїдів (Chrysomelidae). Дорослі жуки мають овальне тіло довжиною 4,2-6,8 мм, жовтувато-бурі з більш темними вусиками і жовтими смужками на надкрилах. Самці дрібніші від самиць і мають більш темне забарвлення. Надкрила жовтувато-бурі із зеленкуватим відтінком, у самиць – з трьома чорними смугами, які іноді мають вигляд пунктирних крапок [4]. У самців смужки зливаються в одну, особливо в задній частині надкрил. Західний кукурудзяний жук на території України має одну генерацію протягом року. Оптимальна температура для яйцекладки 18°C.

Самиці відкладають яйця в поверхневий шар ґрунту переважно на глибину від 5 до 15 см. При яйцекладці самиці віддають перевагу чорноземам або ґрунтам з підвищеним вмістом глини, найменше їх прибавляють піщані ґрунти. Дощова погода стимулює процес відкладання яєць, яйця витримують затоплення до 10 днів. У сухий ґрунт самиця яєць не відкладає. Личинки брудно-білого кольору, зморшкуваті з коричневою головною капсулою, дорослі до 10-13 мм довжиною. Відродження їх припадає на другу половину травня – до середини червня. Будучи монофагами, живляться тільки корінням кукурудзи; пошкоджують спочатку їх з периферійної зони до стебла, що призводить до полягання кукурудзи у вигляді «гусячої шиї» і, відповідно, загибелі рослин. У пошуках корму личинки здатні долати відстані до 50 см. Якщо ґрунт сухий і щільний чимало з них гине. Імаго виходить з ґрунту в кінці липня – на початку серпня, їхня поява співпадає з періодом цвітіння кукурудзи. Жуки, мігруючи у пошуках корму, долають значні відстані– швидкість їх активного польоту сягає 10-20 км за годину. Дорослі особини надають перевагу кукурудзяним полям, які приваблюють їх кольором та запахом. Пошкоджують волоть, стовпчики жіночих суцвіть, листя, іноді обгризають молоді качани. При живленні на генеративних органах зменшується кількість зерен в качані, а в результаті цього знижується врожайність. Дорослі жуки найактивніші в сутінках і на світанку [5].

Розповсюдження яєць та личинок цього шкідника можливе з транспортом, залишками зараженого ґрунту, що прилипає до насіння та знаряддями праці. В пошуках корму дорослі особини перелітають на незаражені поля кукурудзи та інших культур. Поширенням жука може слугувати завезення шкідників з вантажами і транспортними засобами, які прибувають з країн, де розповсюджений шкідник, та природним його розселенням з вогнищ по всій території України [6].

Коли жуки виходять із стадії лялечки кукурудза саме знаходиться у фазі цвітіння, і жуки відразу починають живитися листям і пилком на квітах. Щойно відроджені жуки паруються та відкладають яйця у перші два тижні свого життя, та закінчують відкладання яєць до кінця серпня.

У вересні місяці жуки починають гинути. Яйцям для відродження личинок потрібно впасти в діапаузу, та частина личинок може вилупитися ще в осини підчас довгої теплої осені. Для діапаузи температура ґрунту повинна бути в межах 4–5 °С. Розвиток личинок при температурі 15–29°C проходить 17–38 днів. Дорослі жуки самотужки можуть долати відстань до 10км, що є одним із способів розповсюдження його у вільні від нього зони.

Найбільш шкодочинною фазою розвитку є личинки, які живляться молодим корінням кукурудзи, в результаті коріння погано розвиваються і при інтенсивному пошкодженні рослини стають ніби підрізаними, і при сильному вітрі та проливних дощах легко вилягають, це призводить до такого явища як «гусяча шия», це ускладнює збирання врожаю та збільшення витрат при збиранні (рис 3) [7].



*Рис 3. Пошкодження коренів личинками західного кукурудзяного жука*

Пошкоджені корені набувають червонуватого забарвлення і можуть вражатися кореневою гниллю, а в результаті пошкодження генеративних органів можуть утворюватися качани, в яких відсутні зерна, що веде до втрати їх товарної цінності. Для руйнування кореневої системи досить 25 личинок на рослину.

Личинка у ґрунті проходить через три стадії до моменту перетворення на лялечку і можуть нанести не менш непоправимих пошкоджень. Так як яйцекладка проходить в землі навколо кореневої системи рослин, то при виходу з яйця личинки починають поїдати коріння посівів кукурудзи.

Зі зростанням шкідники проникають глибше в коріння об'їдаючи опорні корені до самої основи рослини, можуть проникати вглиб більших коренів та іноді з'являтися на верхівках рослин. А це призводить до значного зменшення кореневої системи, вилягання рослин кукурудзи, та у підсумку до їх загибелі.

Виявляють жуків при огляді рослин, особливо в період їх харчування пилком, відловлюють їх на харчові пастки та жовті клейові і феромонні пастки. Швидкому поширенню жука в Європі сприяють сприятливі кліматичні умови та наявність доброї кормової бази. Швидкість поширення його в Європейському регіоні становить в середньому 40–50 км. на рік.

У разі виявлення західного кукурудзяного жука на території України застосовуються всі необхідні заходи з ліквідації первинного вогнища, згідно з існуючим фітосанітарним законодавством. Для цього передбачено запобіжні, організаційні, агротехнічні, біологічні, хімічні заходи, а також використання стійких гібридів кукурудзи.

*Запобіжні заходи* спрямовані на заборону ввезення на територію України із зон зараження країн розповсюдження західного кукурудзяного жука качанів кукурудзи молочної та воскової стиглості, зелених частин рослин кукурудзи, що завозяться в рік їх вирощування в період з серпня по листопад; ретельний огляд всіх партій зерна кукурудзи, що надійшли з країн розповсюдження західного кукурудзяного жука.

*Організаційні заходи* полягають у тому, що на територію, де виявлено шкідника, накладають карантин. При цьому встановлюють межі та розмір виявленого вогнища, регламентують перевезення вантажів із карантинної зони, інформують адміністрацію та населення району, де виявлено західного кукурудзяного жука.

Дорослі жуки самотужки можуть долати відстань до 10 км, що є одним із способів розповсюдження його у вільні від нього зони [8].

З метою локалізації та ліквідації виявлених вогнищ на полях вводиться карантинний режим згідно з вимогами статті 33 Закону України «Про карантин рослин» та проводять фітосанітарні заходи.

Тримати контроль ефективними інсектицидами. Поля кукурудзи, на яких виявлено первинні осередки шкідника, переорюють після збирання врожаю і в наступному році засівають іншими культурами. При беззмінному вирощуванні кукурудзи щільність популяції цього шкідника значно зростає. Одним із найефективніших агротехнічних заходів боротьби із західним кукурудзяним жуком є сівозміна, яка включає зернові (крім кукурудзи) багаторічні трави, конюшина, люцерну, соняшник. На цих полях забороняється висівати кукурудзу протягом трьохроків.

Оранку в таких випадках рекомендується проводити відвальним плугом, при цьому пласт ґрунту перевертається. Застосування відвального способу оранки, малосніжні і холодні зими обумовлюють глибоке промерзання ґрунту і часткову загибель яєць шкідника. Личинки не здатні швидко пересуватись, і якщо вони виходять із яєць у полях, де раніше була посіяна кукурудза, але тепер там росте інша культура, рівень їхнього виживання значно знижується.

Проте сама по собі сівозміна впливає лише на зменшення кількості шкідників і втрати врожаю, але не зможе запобігти пошкодженню, оскільки життєвий цикл шкідник може завершувати на інших рослинах-господарях. Дорослі жуки можуть швидко значно поширюватись (до 100 км/рік), самиці дуже плодючі, до того ж певна частина яєць може затримувати свій розвиток на один рік. Досить широко та ефективно застосовуються й хімічні заходи боротьби з личинками та дорослими комахами західного кукурудзяного жука [9].

Слід пам'ятати як дорослі особини так і личинки шкідника можуть переносити збудників грибкових, бактеріальних та вірусних захворювання кукурудзи. Тому контролю цього шкідника повинен бути обов'язковим.

Щоб контролювати західного жука в першу чергу потрібно:

Не вирощувати кукурудзу більше 2 років на одному місці;

Дотримуватися сівозміни.

Хімічні заходи боротьби. На території нового вогнища жука потрібно проводити комплексну боротьбу хімічними препаратами, а на наступний день після хімічної обробки рослини зрізують, подрібнюють і заорюють з внесенням інсектициду в ґрунт. Після оранки ґрунт обробляють інсектицидом, а на полі встановлюють феромонні та харчові пастки для виявлення і вилову жуків що залишилися живими. У разі повторного виявлення жуків, через 10 – 12 днів після першої проводять другу обробку.

Ефективним агротехнічним заходом спрямованим на локалізацію і ліквідацію західного кукурудзяного жука є сівозміна, що включає зернові, крім кукурудзи, багаторічні трави, конюшину, люцерну тощо. Поля кукурудзи, на яких виявлено первинні вогнища західного кукурудзяного жука, переорюють після збирання врожаю і наступного року засівають іншими культурами. На цих полях забороняється висівання кукурудзи протягом трьох років. Застосування оранки, малосніжні та холодні зими зумовлюють глибше промерзання ґрунту і часткову загибель яєць шкідника.

Щоб значно зменшити ризик зараження посівів західним кукурудзяним жуком, неможна висівати кукурудзу у вогнищах і прилеглих до них полях протягом 3-4 років.

Потрібно постійно моніторити появу шкідника за допомогою маршрутних обстежень та феромонних і клейових пасток. Не завадить і обрахунок суми активних температур. За рахунок збору цих даних можна хоча б приблизно виявити максимальну чисельність шкідника та знищити його правильним інсектицидом.

Тому об'єднання декількох методів у єдину систему інтегрованого захисту (комбінація інсектицидів та стійкість вирощуваного гібрида) може бути надзвичайно ефективною [10].

Тож чи з'явиться цей шкідник у Вінницькій області? Це залежить від багатьох факторів – від заходів щодо запобігання його поширення до фізичних умов існування. Найважливішими умовами його природного поширення є наявність рослини-живителя та кліматичні умови, насамперед температури взимку. Під час зимівлі ЗКЖ витримує температурі до –10 градусів, тож

фактором, що лімітує його поширення можуть бути холодні зими. Також вкрай важливим є виявлення та ліквідація нових осередків, сівозміна, запобігання монокультури кукурудзи протягом кількох років та інші заходи. Спільні зусилля карантинної служби та аграріїв сприятимуть більш ефективному контролю та запобіганню подальшого поширення ЗКЖ [11].

**Висновки.** Західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.) є серйозною загрозою для врожайності кукурудзи через його здатність пошкоджувати як кореневу систему, так і надземну частину рослин. Ефективний контроль цього шкідника вимагає комплексного підходу, що включає хімічні, агротехнічні та біологічні методи боротьби. Хоча інсектициди залишаються важливим інструментом, їх надмірне використання може призводити до резистентності у жуків. Сівозміна та генетично модифіковані сорти кукурудзи пропонують довгострокові рішення, але їхнє впровадження може бути складним на практиці. Для ефективного контролю важливо застосовувати інтегровані стратегії захисту, адаптовані до місцевих умов.

### Список використаної літератури

1. Рудська Н.О. Визначення ефективності системи захисту посівів кукурудзи за різних способів обробітку ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 2 (17). С. 106–119.

2. Неверовська Т., Грикун О, Бахмут О. Шкідники – важлива складова фітосанітарного стану кукурудзяного поля. *Спец проект видання агробізнес сьогодні*. Здоров'я рослин:кукурудза.2013. С.36–58.

3. Važok, Renata, et al. (2021). Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Europe: Current status and sustainable pest management. *Insects*, 195 с.

4. Буткалюк, Т. О., Пінчук Н. В., Вергелес П. М. Аналіз зон поширення західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera leconte*) в США, Європі та Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. № 4. 2016. С. 240–249.

5. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pest in corn crops. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. №. 4 (27). С. 143–165.

6. Федоренко В.П. Шкідники сільськогосподарських рослин. Київ, 2018. 355 с.

7. Державна установа «Харківська обласна фітосанітарна лабораторія» URL:<https://fitolab.kharkov.ua/>(дата звернення: 06.09.24 р.)

8. Західний кукурудзяний жук (*Diabrotica*) URL:[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B6%D1%83%D0%BA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B6%D1%83%D0%BA)(дата звернення: 29.08.24 р.)

9. *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. URL: <https://agromen.com.ua/uk/interesno-znati/zahidnij-kukurudzyanij-zhuk>

10. Ляска Ю.М., Стригун О.О. Видовий склад основних шкідників агроценозу кукурудзи в лівобережному Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. №2. С45–52. (Дата звернення: 03.09.24 р.)

11. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ТОВ Друк, 2022. 372 с.

**Анастасія СВИСТУН<sup>6</sup>,**  
студентка 3-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ОВОЧІВНИЦТВА У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ**

***Анотація.** У статті розглянуто поточний стан галузі овочівництва в умовах війни, яка значно впливає на сільськогосподарське виробництво. Досліджено зміни у посівних площах внаслідок окупації ключових аграрних регіонів. Досліджено зменшення обсягів виробництва овочів під час військових дій, підкреслюючи серйозні скорочення в багатьох областях та пов'язаний із цим дефіцит овочевої продукції на внутрішньому ринку. Окрім військових та політичних чинників, у статті розглядаються кліматичні виклики, такі як посухи та нестабільність опадів, які додатково впливають на врожайність. Стаття акцентує увагу на необхідності адаптації сільського господарства до нових кліматичних умов і впровадження стійких методів ведення господарства для забезпечення продовольчої безпеки країни. Окреслюються перспективи розвитку галузі через впровадження інноваційних технологій, відновлення постачання та адаптацію до нових умов господарювання. У статті також розглядаються можливі шляхи стабілізації виробництва та підтримки продовольчої безпеки країни в умовах війни.*

***Ключові слова:** овочівництво, врожайність, ринок, інноваційні технології, відновлення.*

***Annotation.** The article examines the current state of the vegetable growing industry in the context of the war, which significantly affects agricultural production. The changes in the sown areas due to the occupation of key agricultural regions are investigated. The decrease in vegetable production during the war is investigated, highlighting the serious reductions in many regions and the resulting shortage of vegetable products on the domestic market. In addition to military and political factors, the article discusses climate challenges, such as droughts and erratic*

---

<sup>6</sup>Науковий керівник: Паламарчук І.І., кандидатс.г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ



*precipitation, which further affect yields. The article emphasises the need to adapt agriculture to new climatic conditions and introduce sustainable farming practices to ensure the country's food security. The article outlines the prospects for the development of the industry through the introduction of innovative technologies, restoration of supplies and adaptation to new business conditions. The article also discusses possible ways to stabilise production and maintain the country's food security in times of war.*

**Keywords:** *vegetable growing, yield, market, innovative technologies, recovery.*

**Вступ.** Овочівництво є однією з основних сільськогосподарських галузей в Україні, особливо в південних регіонах, де склалися природні умови, придатні для вирощування овочевих та баштанних культур. Ці культури забезпечують населення необхідними продуктами харчування, а промисловість – сировиною для переробки. Загалом у світі налічується понад 120 різних видів овочевих культур, які залежно від продуктивних органів класифікуються на такі категорії, як листові, плодові, цибулинні, овочеві, потовщено листові та молоді пагони. До категорії овочевих культур також належать рання картопля та цукрова кукурудза. Дослідники часто групують овочеві культури разом із динями, кавунами, гарбузами, кабачками та патисонами. Овочі вирощують як у закритому, так і у відкритому ґрунті для забезпечення цілорічного постачання продуктів харчування. В Україні найбільш поширеними овочевими культурами відкритого ґрунту є капуста, цибуля, часник, перець, із баштанних – диня, столовий гарбуз та кавун. На вирощування цих культур в Україні впливають різноманітні природні, географічні та соціально-економічні фактори, які в сукупності формують сучасну географію овочівництва в країні [1].

Однак початок військових дій на території України призвів до кардинальних змін у структурі та функціонуванні аграрного сектору. Результатом повномасштабного вторгнення в Україну стали не лише людські втрати, але й значні збитки для економіки, особливо в агропромисловому секторі. Зруйновані поля, викрадене збіжжя, техніка, знищена продукція та склади – усе це створює величезні ризики для сільськогосподарського виробництва. Бойові дії, заміновані поля та дороги, нестача палива, матеріалів і робочих рук ще більше ускладнюють ситуацію для аграріїв.

**Виклад основного матеріалу.** Військові конфлікти та тимчасова окупація частини територій значно загрожують стабільності продовольчого забезпечення в Україні. Експерти попереджають про можливий дефіцит овочів та кавунів, які зазвичай вирощуються на півдні країни. Основною проблемою, за даними Українського клубу аграрного бізнесу (УКАБ), є скорочення посівних площ у зв'язку з тимчасовою окупацією Херсонської, Донецької, Луганської областей, а також частково Запорізької та Миколаївської областей. Це призводить до зменшення обсягів виробництва і нестабільності на ринку продуктів харчування. [2].

Хоча частка овочевих культур у загальній структурі посівних площ складає лише 1,7%, овочівництво останніми роками стало ключовим фактором

забезпечення продовольчої безпеки України. Важливість цієї галузі підтверджується тим, що частка овочів у продовольчому кошику постійно зростає і наразі досягає 21%. Крім того, овочеві культури забезпечують п'яту частину загальної виручки рослинництва, поруч із зерновими культурами, які займають 57,9% посівних площ. Це підкреслює важливість овочівництва як економічно важливої складової аграрного сектора країни.

Наразі окупація майже всієї Херсонської області значно вплинула на український ринок овочів. До початку повномасштабного вторгнення Херсонська область була лідером у вирощуванні овочевих культур серед усіх регіонів країни, забезпечуючи близько 14% загального врожаю. Особливо вагомим був внесок Херсонщини у виробництво помідорів, огірків та цибулі. Зокрема, кожен третій томат в Україні вирощувався саме в цьому регіоні, а частка огірків і цибулі, вирощуваних тут, складала понад 12% від загального обсягу. Втрата цих площ суттєво загрожує продовольчій безпеці країни, створюючи ризик дефіциту цих продуктів на внутрішньому ринку.

Ще до повномасштабного вторгнення виробництво овочевих культур по всій території України складало 9935, 2 тис.т, переважна більшість, а це близько 80 % виробництва овочів зосереджена в Степовій та Лісостеповій зонах України. У Степовій та Лісостеповій зонах України виробляється більшість ключових овочевих культур, зокрема 85% баклажанів, 78% солодкого перцю, 63% томатів, 52% ріпчастої цибулі, 42,7% огірків, 27,6% столових буряків, 26,1% моркви та 72,8% баштанних культур. У Степовій зоні у 2021 році виробництво овочевих культур складало 3852,1 тис. т, що перевищує показники 2022 року у 2,5 рази. На (рис. 1) відображено виробництво овочевих культур у Степовій зоні України за 2021 рік, де Херсонська область є лідером з показником 1231,2 тис. тонн, що становить 47,8 % від загального обсягу виробництва. Миколаївська область займає друге місце з 629,9 тис. тонн або 24,5% від загального обсягу. Запорізька область виробила 256,1 тис. тонн овочів, що становить 9,9%, тоді як Донецька область – 288,1 тис. тонн, що відповідає 11,2%. Найменше виробництво зафіксоване в Луганській області з 153,8 тис. тонн, що складає 6% від загального обсягу [3].



**Рис 1. Виробництво овочевих культур у Степовій зоні України за 2021 рік, тис. т [3]**

Порівнюючи виробництво овочевих культур у Степовій зоні України за 2021 і 2022 роки, можна помітити значні зміни в обсягах виробництва по різних областях. У 2021 році Херсонська область була лідером у виробництві овочів, досягаючи 1231,2 тис. тонн. Проте у 2022 році дані по Херсонщині відсутні, ймовірно, через окупацію значної частини області. У результаті, лідерство перейшло до Дніпропетровської області, яка не фігурувала у 2021 році, але у 2022 році виробила 674,1 тис. тонн. В інших областях виробництво також зазнало змін. Миколаївська область зменшила обсяги виробництва у 4 рази, порівняно з 2021 роком, та склала 148,4 тис. тонн. Запорізька область скоротила виробництво у 2,4 рази, відповідно 106,8 тис. тонн. Луганська область показала незначне зниження з 153,8 тис. тонн до 146,7 тис. тонн, а Донецька – 112,2 тис. тонн, відповідно у 2.5 рази менше. У 2022 році з'явилися нові регіони, які почали відігравати важливу роль у виробництві овочевих культур, зокрема Одеська область з 277,0 тис. тонн і Кіровоградська область з 255,6 тис. тонн, які не фігурували в даних за 2021 рік (рис.2) [3].



**Рис 2. Виробництво овочевих культур у Степовій зоні України за 2022 рік, тис.т [3]**

Отже, станом на 2024 рік виробництво овочевих культур в Україні знаходиться під сильним тиском через триваючу війну, а втрати у виробництві овочів складають близько 20%, а загальний дефіцит оцінюється в близько 2 млн. тонн овочів. Ці втрати обумовлені як політичними та воєнними факторами, так і змінами клімату. Засухи, нестабільність опадів та екстремальні погодні умови у Степовій зоні стали серйозними викликами для аграріїв, що призвело до значного скорочення врожайності. Це підкреслює необхідність адаптації сільського господарства до нових кліматичних умов і пошуку стійких методів ведення господарства.

Адаптація сільського господарства до нових кліматичних умов є надзвичайно важливою для забезпечення продовольчої безпеки країни. Зміни клімату, такі як часті посухи, екстремальні погодні явища та підвищення

температури, впливають на сільськогосподарське виробництво, зменшуючи врожайність та підвищуючи ризики втрат урожаю. У зв'язку з цим, впровадження стійких методів ведення господарства стає ключовим фактором для збереження продуктивності аграрного сектору.

Одним з основних методів адаптації є зрошування, яке дозволяє контролювати водний баланс на полях і забезпечувати рослинам необхідну кількість вологи навіть у посушливі періоди. Застосування сучасних агротехнологій, таких як точне землеробство, допомагає ефективніше використовувати ресурси, зменшувати витрати на добрива та засоби захисту рослин, що сприяє підвищенню врожайності. Важливим є і підвищення енергоефективності в агросекторі через використання відновлюваних джерел енергії та впровадження енергоощадних технологій, що дозволяє знизити залежність від викопного палива та скоротити викиди парникових газів [4].

Розвиток органічного землеробства, яке базується на природних процесах та мінімізації використання хімічних препаратів, також сприяє збереженню довкілля і підвищенню стійкості агросистем до змін клімату. Органічне землеробство може бути особливо ефективним у поєднанні з традиційними методами ведення господарства, що забезпечує гармонійний розвиток сільських територій.

Серед можливих шляхів стабілізації виробництва в умовах війни можна виокремити розвиток зрошувальних систем, що особливо актуально для південних та східних регіонів країни, де ризики посухи найбільші. Активне впровадження вискоелективних технологічних засобів, таких як крапельне зрошування та теплиці, дозволяє оптимізувати використання води та забезпечувати сталість виробництва навіть у несприятливих умовах [5].

Підтримка фермерських господарств через державні субсидії, пільгове кредитування та інші фінансові інструменти є критично важливою для забезпечення їхньої життєздатності та конкурентоспроможності. Особливо це стосується дрібних та середніх фермерів, які найбільше піддаються ризикам у воєнний час.

Розширення експорту сільськогосподарської продукції є ще одним ключовим фактором для підтримки економіки та продовольчої безпеки. Це включає диверсифікацію ринків збуту та підвищення якості продукції для відповідності міжнародним стандартам. Особливо важливими є заходи з покращення логістики та транспортування продукції. Розвиток залізничного та річкового транспорту, а також будівництво нових логістичних центрів і складів, дозволить зменшити залежність від автомобільного транспорту та забезпечити безперебійне постачання продукції на ринок. Налагодження ефективного функціонування овочевих кооперативів сприятиме організації стабільних товаропотоків, що особливо важливо в умовах воєнного стану, коли існують труднощі з постачанням та реалізацією продукції.

**Висновок.** Отже, дослідження підкреслює серйозний вплив військових дій на галузь овочівництва в Україні, що проявляється в значному скороченні обсягів виробництва овочів, особливо в ключових аграрних регіонах, таких як

Херсонська, Миколаївська, Запорізька та інші області. Додатковими чинниками зниження врожайності стали кліматичні виклики, зокрема посухи та нестабільність опадів у Степовій зоні, що разом із воєнними та політичними факторами створило суттєвий дефіцит овочевої продукції на внутрішньому ринку, оцінюваний у близько 2 мільйони тонн.

Подальші дослідження у цьому напрямі повинні зосередитися на розробці та впровадженні адаптаційних стратегій для сільського господарства, враховуючи як кліматичні, так і соціально-економічні зміни. Перспективи розвитку галузі можуть бути пов'язані з впровадженням інноваційних технологій у вирощуванні овочів, розвитком зрошувальних систем, а також активізацією міжрегіонального співробітництва для забезпечення стабільності постачання продукції. Розвиток нових регіонів, таких як Одеська та Кіровоградська області, може стати ключовим фактором у стабілізації виробництва овочевих культур та забезпеченні продовольчої безпеки країни.

### Список використаних джерел

1. Ефективне овочівництво в Україні. Режим доступу: URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/13931-efektyvne-ovochivnytstvo-v-ukraini.html> (дата звернення 19.08.2024)
2. Як окупація Херсона змінить ціни на овочі та фрукти. Литвин С.О. URL: <https://agrorreview.com/content/yak-okupacziya-hersona-zminyt-cziny-na-ovochi-ta-frukty> (дата звернення 19.08.2024)
3. Рослинництво України за 2022 рік. Статистичний збірник. URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publ7\\_u.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm) (дата звернення 24.08.2024)
4. Томашівський З.М., Завірюха П.Д. Адаптивні системиземлеробства. Навчальний посібник. Львів : Львів. держ. аграр. Ун-т, 2002. 184 с.
5. Охорона та раціональне використання природних ресурсів ірекультивация земель. за. ред. П.П. Надточія та Т.М. Мисливої. Житомир : ДАУ, 2007. 540 с.

**Вікторія ДЕРКАЧ<sup>7</sup>**,  
студентка 3-го курсу,  
факультет агрономії садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ОСНОВНІ ШКІДНИКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

*Анотація.* У статті розглянуто проблему шкідників зернових культур, які становлять серйозну загрозу для аграрного сектору, впливаючи на врожайність і якість продукції. Описані основні види шкідників, їхній вплив на

---

<sup>7</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

*різні етапи розвитку рослин та способи проникнення у зерносховища. Проаналізовано сучасні методи боротьби зі шкідниками, включаючи хімічні, біологічні та агротехнічні засоби, а також профілактичні заходи. Наголошено на важливості інтегрованого підходу до захисту зернових культур, що включає моніторинг, правильне зберігання та екологічно безпечні методи боротьби. Стаття підкреслює необхідність застосування інноваційних технологій для підвищення ефективності захисту та забезпечення стабільного і якісного врожаю.*

**Ключові слова:** шкідники, зернові культури, сільське господарство, рослини, продуктивність рослин.

**Annotation.** *The article discusses the problem of pests of grain crops, which pose a serious threat to the agricultural sector, affecting the yield and quality of products. The main types of pests, their impact on different stages of plant development and methods of penetration into granaries are described. Modern methods of pest control, including chemical, biological and agrotechnical means, as well as preventive measures, are analyzed. The importance of an integrated approach to the protection of grain crops was emphasized. which includes monitoring, proper storage and environmentally friendly control methods. The article emphasizes the need to use innovative technologies to increase the effectiveness of protection and ensure a stable and high-quality harvest.*

**Key words:** pests, grain crops, agriculture, plants, plant productivity.

**Вступ.** Зернові культури є основою сільського господарства багатьох країн світу. Вони забезпечують продовольством значну частину населення, а також слугують сировиною для виробництва кормів для тварин і різних промислових продуктів. Шкідники зернових культур можуть завдати значних збитків, знижуючи врожайність на десятки відсотків. Вони не тільки пошкоджують рослини, але й сприяють поширенню хвороб, які ще більше посилюють негативний вплив на врожай. У разі масового розмноження шкідників можуть втратитися великі площі посівів, що призведе до дефіциту продовольства та економічних втрат. Важливим завданням є не лише знищення існуючих загроз, але й розробка ефективних заходів профілактики, які забезпечать стабільний і якісний урожай.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Зернові культури, такі як ячмінь, жито, пшениця, кукурудза та інші, використовуються для виробництва харчових продуктів, таких як крупи і хліб. Їх культивують вже близько 13 тисяч років, і протягом цього часу землероби та агрономи зіштовхуються з викликом захисту врожаю від шкідників. Ця загроза існує як на полях, так і в зерносховищах. Кліматичні зміни, помилки в сівозміні та недотримання правил зберігання врожаю сприяють розмноженню багатьох видів фітофагів [2].

Серед шкідників зернових культур особливе економічне значення мають фітофаги, які завдають значної шкоди. Прямі втрати від шкідників, що складають 2-3 мільйони тонн зерна щороку, означають втрату 4-6% загального

врожаю, що значно впливає на економіку та продовольчу безпеку. Крім того, непрямі втрати, пов'язані з розвитком вірусних і грибних хвороб, які поширюють сисні шкідники, можуть призвести до подальшого зниження врожайності та збільшення витрат на захист рослин. Це підкреслює необхідність ефективного моніторингу та управління шкідниками для мінімізації втрат. Навіть при сучасному рівні розвитку систем захисту, коли інсектициди стабільно застосовуються на 70–75% площ озимої та ярої пшениці в великих і середніх господарствах, втрати врожаю без застосування інсектицидів могли б досягати 15–25%.

На полях найчастіше зустрічаються такі шкідники:

1) **злакова попелиця**: найбільш активна під час фази молочної стиглості рослин.

2) **совка**: активізується через потепління клімату, пошкоджує зерно, що може призвести до втрат до 20% врожаю.

3) **хлібні клопи**: дорослі особини атакують озимі зернові культури під час фази виходу в трубку та період кушіння у ярих культур, спричиняючи білоколосицю.

4) **хлібні жужелиці**: хлібні жужелиці є небезпечними шкідниками зернових культур. Вони обгризають листя рослин і пошкоджують зернові зав'язі, що призводить до ослаблення рослин і втрати їхньої здатності до повноцінного розвитку. Заражені рослини стають м'якими, що є явною ознакою пошкодження. Це негативно впливає на якість та кількість урожаю, тому необхідно своєчасно виявляти та контролювати поширення цих шкідників.

5) **цикадки**: після ураження цими шкідниками листя рослин швидко в'яне, а зерна втрачають масу.

б) **трипси**: живляться зерном і соками лусок на колосових стеблах, уражене зерно стає щуплим.

7) **злакові мухи**: пшенична (*Fhorbia floralis* Meig.), озима (*Leptohylemya coarctata*), опоміза (*Opomyza florum* Fabr.), шведські (*Oscinella frit* L. та *Oscinella pusilla* Meig.), гессенська (*Mayetiola destructor*). Значні перепади температури повітря, сильний поривчастий вітер, опади у травні – червні стримували відродження і літ злакових мух весняного і літнього покоління. Шкідників за допорогової чисельності виявляли на 2-16% обстежених посівів колосових культур [3].

Літ злакових мух осіннього покоління на посівах озимої пшениці врожаю 2023 року розпочався за сонячної погоди у III декаді жовтня. На 100 помахів сачка в середньому відловлювалось 3-5 екз. У листопаді на ранніх розкущених посівах озимої пшениці виявлено відроджені личинки. Заселена ними площа становила 6-13% від обстеженої, пошкоджено 0,12% рослин. Це вказує на початок активності шкідників, що може призвести до значних втрат урожаю, якщо не вжити заходів щодо захисту рослин.

Останні роки розвиток злакових мух на зернових полях відбувається невисокими темпами через несприятливі погодні умови (прохолодний травень,

спека й посуха у другій половині літа – вересні) і пізні строки посіву озимих та захисні заходи.

8) **злакові попелиці** (*Schizaphis graminum*) виявляли наприкінці квітня на 13% обстежених площ озимої пшениці, на 100 помехів етомологічного сачка відловлювалось 6-9 екз. За до порогової чисельності попелиці заселяли посіви культури у фази трубкування – молочної стиглості, заселивши 7-10% посівів.

Найбільшого поширення попелиці набули на ярих зернових у фази колосіння – цвітіння. Заселено 44% посівів ярого ячменю і 15% посівів ярої пшениці, пошкоджено у допороговій чисельності край полів 3-4% рослин.

Зернові шкідники значно знижують якість зерна, що зберігається після збору. Основна проблема полягає в тому, що дорослі особини і їхні личинки часто потрапляють до складів разом із зерном прямо з поля [1].

Хрущак борошняний: цей шкідник мешкає на борошномельних виробництвах і майже не впливає на готовий врожай. Однак великі хрущаки поїдають запаси пшениці, спричиняючи не тільки знищення продукції, але й забруднення зерна екскрементами. Це призводить до псування зерна, зниження його схожості та якості.

Довгоносики: одні з найнебезпечніших шкідників для зернових культур. Вони потрапляють до складів, ховаючись усередині зернин, і швидко розмножуються. Після їхньої активності пшениця стає непридатною для використання в харчовій промисловості.

Комірна міль: основну небезпеку становлять гусениці, які вилуплюються з яєць, відкладених самками (до 280 яєць). Ці шкідники живляться вмістом зернин, залишаючи лише порожні оболонки. У регіонах з теплим кліматом одна комаха може вивести до 8 поколінь за сезон у складах і до 2 – у польових умовах [5].

У всіх природно-кліматичних зонах, особливо у весняно-літній період, найпоширенішими і найнебезпечнішими є такі групи шкідників, як сисні (попелиці, цикадки, трипси, хлібні клопи), внутрішньостеблові (злакові мухи, хлібні пильщики), хлібні блішки, п'явиці та хлібні жуки.

Для ефективного підбору інсектицидів та розробки системи їх застосування необхідно розуміти біологію (цикл розвитку), поведінку шкідників, а також визначити оптимальні та критичні стадії для контролю їхньої чисельності та періоди появи на полях зернових культур.

Однак у виробництві часто недооцінюють інсектицидний захист зернових культур, що призводить до значних втрат урожаю від комах-фітофагів. Згідно з опитуваннями агрономів, інсектициди застосовуються лише на половині посівних площ зернових колосових культур, переважно для озимої та ярої пшениці (68–74%). Захист таких культур, як ячмінь, овес і жито, часто ігнорують. Навіть у тих випадках, коли інсектициди застосовуються, основні площі обробляються на пізніх стадіях розвитку зерна, коли шкода від фітофагів уже значна. Лише близько 20% площ обробляють на ранніх стадіях, що є найбільш ефективним періодом для боротьби зі шкідниками.



Таблиця 1

Шкідливість основних груп фітофагів зернових колосових культур, які розвиваються на посівах у весняно-літній період

Вид	Шкідливі стадії	Органи рослин, які заселяються і пошкоджуються	Рівень чисельності для розрахунку втраг	Орієнтовні середні втраги урожаю		Примітки
				кг/га	%	
Звичайна злакова, черемхо-злакова попелиці	Личинкий імаго	Листки, стебла	Колонії: 15-20 екз./стебло (з листями)	140-180	2-4	Додаткові втраги від вірусних хвороб - до 25-40 %
Велика злакова, ячмінна попелиці	Личинкий імаго	Листки, стебла, колос				
Цикадки	Личинкий імаго	Листки, піхви листків	Імаго + личинки: 0,3-0,5 екз./рослину	60-100	1-2	
Пшеничний трипс	Личинки	Колоскові і квіткові луски колосу, зерно у фазі наливу	Личинки: 15-20 екз./колос	180-250	3-5	
Хлібні клопи	Личинкий імаго	Листя, стебла, колос, зерно у фазі наливу	Імаго зимуючого покоління: 1 екз./м <sup>2</sup> (у фазах виходу в трубку - прапорцевого листка)	50	1	Личинки старших віків та імаго нового покоління (які живляться вмістом зерна в колосі) набагато шкодочинніші, ніж імаго зимуючого покоління. Погіршення якості зерна (клейковини білка)
Шведські мухи, пшенична муха, опоміза пшенична	Личинки	Стебла	Імаго: 40-50 екз./100 помахів сачком	50-70	1-2	Зрідження продуктивності стеблестою (кожне заселення стеблостою - непродуктивне)
Озима муха	Личинки	Стебла, вузол кущіння				
Гессенська муха	Личинки	Стебла, піхви листків				
Зеленоочка, мероміза	Личинки	Стебла, колоскові				

*Продовження таблиці 1*

Хлібні трачі(пильщики)	Личинки	Стебла	Личинки (в стеблах):7-10 екз./м <sup>2</sup>	70-100	1-2	
Смугаста хлібнаблішка	Жуки й личинки	Листя (жуки)Коріння (личинки)	Імаго: 0,2-0,3 екз./рослин у	50-70	1-2	
Стеблові хлібніблішки	Жуки й личинки	Листя (жуки)Стебла (личинки)				
П'явиці	Жуки й личинки	Листя		40-70	1-2	
Хлібні жуки	Жуки й личинки	Зерно у фазі наливу (жуки)Коріння (личинки)	Імаго:1 екз./м <sup>2</sup>	200-300	4-6	Крім виїдання зерна в колосі,суттєву його частину жуки«вимолочують».Личинки найшкідливіші, колизріджують посіви у фазі сходів

*Джерело: сформовано автором на основі літературних джерел [4].*

Однак у виробництві часто недооцінюють інсектицидний захист зернових культур, що призводить до значних втрат урожаю від комах-фітофагів. Згідно з опитуваннями агрономів, інсектициди застосовуються лише на половині посівних площ зернових колосових культур, переважно для озимої та ярої пшениці (68–74%). Захист таких культур, як ячмінь, овес і жито, часто ігнорують. Навіть у тих випадках, коли інсектициди застосовуються, основні площі обробляються на пізніх стадіях розвитку зерна, коли шкода від фітофагів уже значна. Лише близько 20% площ обробляють на ранніх стадіях, що є найбільш ефективним періодом для боротьби зі шкідниками.

Втрата врожаю від комплексу шкідників може становити в середньому 500–800 кг/га, зокрема, від сисних фітофагів – до 350–500 кг/га. Додаткові втрати пов'язані з вірусними захворюваннями, які переносяться попелицями й цикадками, і можуть становити ще 200–300 кг/га. Ці дані базуються на дослідженнях, які досі використовуються у сільськогосподарській практиці (табл. 1).

Для боротьби зі шкідниками зернових важливо підходити комплексно, використовуючи хімічні, біологічні та агротехнічні методи.

Агротехнічні заходи передбачають врахування специфічних потреб зернових культур щодо термінів посадки та сівозміни.

Хімічні засоби, такі як інсектициди та гербіциди, зазвичай ефективні для знищення комах-шкідників. Досягти більшого результату можна, доповнивши їх використанням хижих комах і ссавців, які живляться шкідниками [2].

Протруювання зерна на стадії посіву є ефективним способом запобігання розмноженню та активності шкідників. Для цього доцільно використовувати трикомпонентні протруйники з інсекто-фунгіцидним складом, що містять такі

речовини, як прохлораз, тіаметоксам, флутріяфол тощо. Ці препарати контролюють розповсюдження сисних і ґрунтових комах, захищаючи насіння від зараження. Завдяки високій розчинності активних компонентів вони підходять для використання на сухому ґрунті [6].

Для боротьби із зараженням врожаю у сховищах використовують метод небулізації, який полягає у розпилюванні інсектициду під час закладання зерна до силосу. Через три доби шкідники повністю знищуються, а ефект зберігається від 3 місяців до року залежно від дози препарату.

Крім того, важливо дотримуватися профілактичних заходів: підтримувати чистоту, оптимальну температуру та вологість у зерносховищах, елеваторах, складах, техніці для обробки зерна та прилеглих територіях, а також слідкувати за справністю вентиляції. Для запобігання розмноженню комах і пригнічення їх життєдіяльності, зерно охолоджують до +8-10 °С, з постійним контролем вологості [4].

Зерно, яке надходить у сховища, повинно бути здоровим і неушкодженим, що забезпечується правильними технологіями вирощування, збирання, транспортування, обробки та підготовки до зберігання. Таким чином, дотримання профілактичних заходів і попередження зараження зернових комахами ще на етапі посіву є гарантією збереження якісного врожаю без пошкоджень і втрат.

Регулярний моніторинг наявності комах у зерносховищах і дотримання санітарних норм забезпечить контроль якості зернової продукції під час її переробки та зберігання.

**Висновки.** Узагальнюючи викладене, можна зробити висновок, що шкідники зернових культур становлять значну загрозу для аграрного виробництва, впливаючи на врожайність, якість продукції та економічну стабільність галузі. Ефективна боротьба з ними вимагає комплексного підходу, який включає в себе не лише застосування хімічних засобів, але й профілактичні заходи, такі як дотримання агротехнічних норм, правильне зберігання зерна, постійний моніторинг та використання біологічних методів захисту.

Лише інтегрований підхід до захисту зернових культур забезпечить стабільний урожай, мінімізує втрати та підвищить конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції на ринку. Варто зазначити, що адаптація сучасних методів захисту до конкретних умов вирощування зернових культур є критично важливою. Впровадження новітніх технологій, таких як цифровий моніторинг, а також раціональне використання ресурсів можуть значно підвищити ефективність боротьби зі шкідниками.

Крім того, врахування екологічних аспектів та впровадження безпечних для довкілля методів боротьби дозволять не лише зберегти врожай, але й підтримати екосистему. Таким чином, гармонійне поєднання традиційних та інноваційних підходів до захисту зернових культур забезпечить стійке аграрне виробництво і сприятиме підвищенню продовольчої безпеки.

### Список використаної літератури

1. Рудська Н.О. Якість зерна пшениці озимої залежно від розвитку патогенної мікрофлори. *Корми і кормовиробництво. Наукові праці Ін-ту кормів та сільського господарства Поділля*: міжвід. темат. наук. зб. наук. праць. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2019. Вип. 87. С. 121–128.
2. Rudska N. Control of the number of sucking pests of winter wheat in the conditions of the Right-bank Forest Steppe. *Сільськогосподарствоталісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 113–136.
3. Стригун О. О., Судденко Ю. М. Видовий склад шкідливої ентомофауни агробіоценозу пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. Вип. 3. С. 15–18.
4. Сучасний захист зернових колосових культур від шкідників. URL: <https://www.agronom.com.ua/zahyst-zernovyh-kolosovyh-kultur-vid-shkidnykiv/> (дата звернення: 30.08.2024).
5. Федоренко В.П. Шкідники сільськогосподарських рослин. Київ, 2018. 355 с.
6. Шкідники зернових колосових культур та захист від них. URL: <https://propozitsiya.com/ua/shkidnyky-zernovyh-kolosovyh-kultur-ta-zahyst-vid-nyh> (дата звернення: 30.08.2024).

**Вадим ШАФРОСТ<sup>8</sup>,**

студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОПОНІКИ В УМОВАХ УКРАЇНИ

***Анотація.** У статті обговорюється потенціал гідропоніки як інноваційної технології в сільському господарстві в умовах України. Гідропоніка – це вирощування рослин без ґрунту, з використанням водних розчинів мінеральних добрив, які забезпечують оптимальні умови для росту і розвитку рослин. У дослідженні проаналізовано основні переваги гідропонного методу: економія води, збільшення врожайності та можливість контролювати поживні речовини. У статті також обговорюються виклики впровадження гідропоніки в Україні, включаючи економічні аспекти, необхідність технічної підтримки та адаптації до місцевих кліматичних умов. Зазначено значний потенціал гідропоніки для покращення продуктивності, особливо в регіонах з обмеженими водними ресурсами та деградованими ґрунтами.*

---

<sup>8</sup>Науковий керівник: Паламарчук І.І, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

**Ключові слова:** гідропоніка, вирощування, технології, перспективи використання.

**Annotation.** This article discusses the potential of hydroponics as an innovative technology in agriculture in the conditions of Ukraine. Hydroponics is the cultivation of plants without substantiation, using aqueous solutions of mineral fertilizers, which provide optimal conditions for plant growth and development. The study analyzed the main advantages of the hydroponic method: saving water, increasing yields and the ability to control nutrients. The article also discusses the problems of implementing hydroponics in Ukraine, including economic aspects, necessary technical support and adaptation to local climatic conditions. It also points to the significant potential of hydroponics to increase productivity, especially in regions with limited water resources and degraded grounds.

**Key words:** hydroponics, Ukraine, prospects for use.

**Вступ.** Глобальна зміна клімату, зростання населення планети та обмеженість природних ресурсів створюють нові виклики для сучасного сільського господарства. У цьому контексті традиційні методи вирощування сільськогосподарських культур стають менш ефективними і потребують адаптації до нових реалій. Одним з найперспективніших напрямків розвитку аграрного сектору є гідропоніка. Гідропоніка – це метод вирощування рослин без використання ґрунту шляхом занурення кореневої системи у водний розчин, що містить поживні речовини.

Вона має багато переваг перед традиційними методами землеробства, такими як економія води, підвищення врожайності, зменшення використання пестицидів і можливість точного контролю складу поживного розчину. Як результат, високоякісну сільськогосподарську продукцію можна вирощувати навіть у районах з несприятливими погодними умовами або деградованими ґрунтами. Гідропоніка вже широко поширена в розвинених сільськогосподарських країнах, але в Україні тільки починає розвиватися.

В Україні, де значна частина сільськогосподарських земель зазнає деградації, ерозії та дефіциту води, гідропоніка може стати важливим засобом підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Метою цієї роботи є вивчення потенціалу гідропоніки в Україні. Вона спрямована на аналіз переваг та викликів, пов'язаних із впровадженням гідропонних систем у вітчизняному сільському господарстві, визначення оптимальних умов та оцінку їхнього потенційного впливу на продуктивність аграрного сектору.

**Виклад основного матеріалу.** Гідропоніка – це метод вирощування рослин без ґрунту. У традиційному сільському господарстві ґрунт забезпечує фізичну підтримку рослин і виступає джерелом поживних речовин, необхідних для росту і розвитку рослин. Гідропоніка базується на концепції живлення рослин з водного розчину, що містить всі необхідні елементи. У гідропонних системах коріння рослин або повністю занурені в живильний розчин, або регулярно отримують поживні речовини у вигляді розпилення або затоплення (рис. 1) [1].

Гідропоніка має низку переваг, серед яких ефективне використання ресурсів, вищі врожаї та якість, контрольоване середовище вирощування та зменшення ерозії ґрунту. Гідропоніка споживає значно менше води, ніж традиційне сільське господарство, оскільки вода циркулює в системі і не втрачається через випаровування або інфільтрацію в ґрунт. Крім того, використовується менше добрив, оскільки поживні речовини надходять безпосередньо до коренів і не втрачаються в ґрунті. Рослини, вирощені в гідропонних системах, як правило, ростуть швидше і є більш продуктивними, оскільки отримують оптимальну кількість поживних речовин і води. Відсутність ґрунту також знижує ризик виникнення хвороб і шкідників та використання пестицидів. Гідропоніка також дозволяє вирощувати рослини в приміщенні або в обмеженому просторі, наприклад, на міських фермах або в теплицях, незалежно від кліматичних умов або пори року[2].



*Рис. 1 Гідропоніка [3]*

Україна – велика країна з різноманітними кліматичними та ґрунтовими умовами. Клімат України переважно помірно-континентальний, зі значними відмінностями між північними, центральними та південними регіонами. Північна та західна частини України мають помірну вологість і достатню кількість опадів для традиційного сільського господарства. Однак у центральних і особливо південних областях, таких як Одеська, Херсонська, Запорізька та Кримська, клімат став більш сухим і дефіцитним. У цих регіонах часто трапляються посухи, що негативно впливає на врожайність традиційних сільськогосподарських культур. Нестабільні погодні умови, часті посухи в південних регіонах, зливи та град значно знижують врожайність сільськогосподарських культур, що призводить до значних економічних втрат для фермерів. Крім того, зміна клімату збільшує ризик екстремальних погодних явищ, що робить сільське господарство ще більш вразливим[4, 5].

Ґрунти в Україні відрізняються за типом та родючістю. Чорноземи, які вважаються одними з найродючіших ґрунтів у світі, поширені в центральній та південній частині України. Однак часте використання цих ґрунтів без належного відновлення призводить до зниження родючості, ерозії, засолення та втрати органічної речовини. У деяких районах інтенсивне використання хімічних добрив і пестицидів також призвело до забруднення ґрунтів

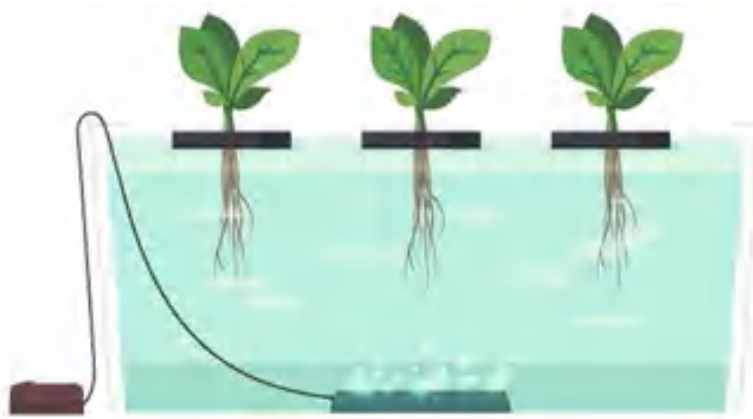


Існує кілька типів гідропонних систем, кожна з яких має свої особливості та переваги. Однією з найпоширеніших систем є система живильного шару (NFT). У цій системі поживний розчин постійно циркулює через неглибокі траншеї, що містять коріння рослин. На додаток до ефективного використання води та поживних речовин, ця система дозволяє корінню постійно збагачуватися киснем, що зменшує ризик гниття. Однак, оскільки ця система вимагає постійного потоку розчину, вона залежить від безперебійної роботи насоса і не підходить для великих або важких рослин [9].

Системи крапельного зрошення подають поживний розчин безпосередньо до коренів кожної рослини через крапельницю. Цей метод дозволяє точно контролювати кількість розчину, що подається на кожну рослину, і підходить для вирощування великої кількості різних культур. Однак для запобігання засміченню крапельниць потрібне регулярне технічне обслуговування [9].

Система глибоководної культури (DWC) передбачає занурення коренів рослин у резервуар з поживним розчином, який постійно збагачується киснем за допомогою повітряного компресора. Такий підхід забезпечує швидкий ріст рослин завдяки постійному доступу до кисню і поживних речовин. Проте, система потребує постійної аерації, що збільшує споживання електроенергії, і є ризик гниття коренів у разі збоїв у роботі компресора (рис. 3) [9].

Аеропоніка – це вид гідропоніки, при якому коріння рослин підвішують у повітрі і регулярно обприскують аерозолем поживного розчину. Це дає корінню максимальний доступ до кисню, сприяє швидкому зростанню та ефективному використанню води. Однак аеропоніка має високі початкові витрати на обладнання та ризик швидкого висихання коренів [9].



*Рис. 3. Система глибоководної культури (DWC) [10].*

Гідропоніка відкриває нові можливості для збуту високоякісної продукції, яка користується високим попитом серед споживачів. Останніми роками зріс попит на екологічно чисті продукти, які вирощуються без використання пестицидів і мають високі стандарти якості. Гідропонні культури часто відповідають цим вимогам, дозволяючи виробникам зайняти вигідну нішу на ринку органічних та здорових продуктів харчування [11].



Також вона дозволяє виробляти продукцію в міжсезоння, створюючи конкурентну перевагу на ринку. Наприклад, салати, зелень, ягоди та інші культури можна вирощувати в теплому, контрольованому середовищі протягом усього року, забезпечуючи стабільний дохід навіть у зимові місяці, коли традиційне вирощування обмежене.

Збут продукції, вирощеної на гідропонних системах, може бути орієнтований як на внутрішній ринок, так і на експорт. Зростаюча урбанізація та збільшення інтересу до свіжих, вирощених на місцевому рівні продуктів у містах створює можливості для розвитку міських агропідприємств та систем вертикального землеробства, які можуть забезпечити мешканців свіжими овочами та зеленню. Крім того, високоякісна сільськогосподарська продукція може бути конкурентоспроможною на міжнародних ринках, відкриваючи можливості для експорту [11].

**Висновок.** Отже, вирощування овочів методом гідропоніки в умовах сьогодення набуває поширення та має велике значення зокрема в умовах зміни клімату. Гідропоніка є перспективною технологією для підвищення продуктивності сільськогосподарського сектору країни, враховуючи кліматичні та ґрунтові умови різних регіонів України, а також такі сільськогосподарські проблеми, як дефіцит води та деградація ґрунтів. Гідропоніка має велике значення для регіонів з обмеженими водними ресурсами, оскільки вона може заощадити значну кількість води та ресурсів. Вона також може контролювати середовище вирощування та забезпечувати оптимальні умови для росту рослин, тим самим сприяючи підвищенню врожайності та якості продукції. Гідропонні системи не залежать від погодних умов, що дозволяє вирощувати сільськогосподарські культури цілий рік, забезпечуючи фермерам стабільний дохід і покращуючи продовольчу безпеку країни.

Однак впровадження гідропоніки в Україні потребує значних початкових інвестицій та належної підготовки кадрів. Для успішного розвитку цієї технології необхідна державна підтримка у вигляді фінансових стимулів, грантів та навчальних програм. Крім того, дослідження повинні бути спрямовані на адаптацію гідропонних систем до місцевих умов, розробку нових технологій та вдосконалення методів вирощування рослин.

Таким чином, гідропоніка має великий потенціал для розвитку в Україні і може стати важливою складовою сталого сільського господарства, сприяючи вирішенню сучасних викликів та забезпеченню стабільного постачання на ринок високоякісної, безпечної продукції.

### Список використаних джерел

1. Гідропоніка. Режим доступу: URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/Гідропоніка> (Дата звернення 27.08.2024 р.)
2. Bugbee B. *Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture*. 2004. С 99-112 с.

3. 3. Гідропоніка – нове слово в аграрному ділі. Режим доступу: URL: <https://www.promstan.com.ua/articles/gidroponika--nove-slovo-v-agrarnom-dele> (Дата звернення 27.08.2024 р.)
4. Ковальчук, В. О. Вплив кліматичних змін на врожайність основних сільськогосподарських культур в Україні. Український журнал аграрної науки. 2020. С 112-120.
5. Український гідрометеорологічний центр. URL: <https://www.meteo.gov.ua> (Дата звернення 28.08.2024 р.)
6. Ґрунти України. Режим доступу: URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Ґрунти\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ґрунти_України) (Дата звернення 28.08.2024 р.)
7. Паньків З. П. Ґрунти України: навчально-методичний посібник. ЛНУ імені Івана Франка. 2017. 112 с.
8. Основні типи ґрунтів. Карта ґрунтів. Ґрунтові ресурси України. Режим доступу: URL: <https://uahistory.co/pidruchniki/pestyshko-geography-deep-level-8-class-2021/51.php> (Дата звернення 28.08.2024 р.)
9. Jones Jr, J. B. Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower. 2016. 438 с.
10. DWC-гідропоніка – система плаваючої платформи. Режим доступу: URL: <https://floragrowing.com/uk/encyclopedia/dwc-gidroponika-systema-plavayuchoyi-platformy-glybokovodna-kultura> (Дата звернення 28.08.2024 р.)
11. Barbosa, G. L., Gadelha, F. D. A., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., Wohlleb, G. M., Halden, R. U. Comparison of Land, Water, and Energy Requirements of Lettuce Grown Using Hydroponic vs. Conventional Agricultural Methods. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2015. № 12(6). С. 6879-6891.
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). «The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges». 2021. 180 с.

**Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ<sup>9</sup>,**

студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ БАКЛАЖАНІВ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ**

***Анотація.** Вид баклажанів (*Solanum melongena* L.) є однією з найважливіших овочевих культур, які вирощуються в умовах відкритого ґрунту в багатьох країнах світу. Різноманіття баклажанів досить значне – виведено численні види і гібриди, що є абсолютним проривом у розвитку овочівництва. Біологічні особливості мають першочергове значення для виведення сортів,*

<sup>9</sup>Науковий керівник: Бондарук Н. В., асистент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

*стійких до хвороб і шкідників, адаптації рослин до нових умов середовища, а також підвищення споживчих якостей баклажанів. У цій роботі досліджено агробіологічні особливості вирощування баклажанів, врожайність даної культури за різних строків сівби, значення сортів і гібридів у формуванні врожайності та інші аспекти. Результати досліджень дозволять розробити оптимальні технології вирощування баклажанів в умовах відкритого ґрунту, що сприятиме підвищенню їх продуктивності та якості. На основі теоретичного аналізу літературних даних та власних досліджень розроблено рекомендації щодо вирощування баклажанів, які можуть бути використані як науковцями, так і практиками нашого університету та інших навчальних закладів та наукових станцій.*

**Ключові слова:** баклажани, агробіологічні особливості, строки сівби, сорт, гібрид, відкритий ґрунт, урожайність.

**Annotation:** *Eggplant (*Solanum melongena* L.) is one of the most important vegetable crops grown in open ground in many countries around the world. The diversity of aubergines is quite significant - numerous species and hybrids have been bred, which is an absolute breakthrough in the development of vegetable growing. Biological characteristics are of paramount importance for breeding varieties resistant to diseases and pests, adapting plants to new environmental conditions, and improving the consumer qualities of aubergines. This paper investigates the agrobiological features of growing aubergines, the yield of this crop at different sowing dates, the importance of varieties and hybrids in shaping yields, and many other aspects. The results of the research will allow us to develop optimal technologies for growing eggplants in open ground conditions, which will help to increase their productivity and quality. Based on the theoretical analysis of literature data and our own research, we have developed recommendations for growing aubergines that can be used by both scientists and practitioners of our university and other educational institutions and research stations.*

**Key words:** *eggplant, agrobiological characteristics, sowing time, variety, hybrid, open field, yield.*

**Вступ.** Вирощування баклажанів у відкритому ґрунті є одним із основних напрямків овочівництва, де особливої уваги потребують агробіологічні аспекти. Без детального розуміння біологічних особливостей і принципів агротехніки цього виду рослин важко досягти подальшого прогресу в технології його вирощування.

Через появу нових технологій, зміну клімату і розвиток агротехнічних підходів методи вирощування баклажанів необхідно постійно оновлювати та вдосконалювати. Сучасні дослідження показують, що врахувавши нові агрономічні прийоми, вдосконалення систем поливу та використання добрив, ефективність вирощування баклажанів можна підвищити. Інший напрямок роботи полягає в тому, щоб врахувати проблеми зміни клімату, пов'язані з життям рослин, і адаптувати технології вирощування до цих змін. Важливо

визначити оптимальні строки сівби, дослідити та проаналізувати сорти і гібриди. Зміст статті присвячено аналізу агробіологічних умов, які безпосередньо впливають на продуктивність вирощування баклажанів, а також рекомендаціям щодо оптимізації їх вирощування у відкритому ґрунті.

Крім того, в умовах, коли світ переживає глобальні кліматичні зміни, увага до їх впливу на агротехнічні практики вважається досить вагомим. Пристосування технологій землеробства до нового клімату є важливою ланкою агрокампаній, що за підвищених температур і зміни кількості опадів гарантує стабільний урожай. При цьому слід також враховувати, що для успішного збереження сталого врожаю баклажанів у відкритому ґрунті необхідне вдосконалення агротехніки шляхом підбору стійких сортів і гібридів.

**Виклад основного матеріалу.** Баклажани (*Solanum melongena* L.) – теплолюбні рослини. Для їх оптимального росту і розвитку необхідні постійні високі температури. Рекомендована температура для вирощування баклажанів коливається від 20 до 30°C вдень і від 15 до 20°C вночі. Низькі температури, особливо заморозки, негативно впливають на розвиток рослин, знижуючи врожайність. Успіх у вирощуванні вимагає безморозних умов і тривалого тепла.

Баклажани найкраще ростуть на нейтральному або слабокислому легкому, добре дренованому, помірно вологому ґрунті (рН 6,0–6,8). Перед посадкою вносять органічні добрива та створюють умови нормального дренажу, щоб не затримувати зайву вологу, оскільки через надмірне зволоження ґрунту є ризик загнивання коренів [1].



*Рис. 1. Вигляд Solanum melongena L.*

Баклажани висаджують після весняних заморозків, коли температура ґрунту досягне 15 °С. Це забезпечує рослинам оптимальні умови для початку росту і розвитку. Ґрунт на грядці готують заздалегідь, за 25–30 днів до висадки. Її перекопують або глибоко розпушують, вносять комплексні добрива. Можна додати перепрілу тирсу і компост. Даний агрозахід передбачає оптимальний ріст і розвиток баклажанів, забезпечує зберігання вологи в ґрунті, зменшує випаровування води та контролює ріст бур'янів. А також допомагає підтримувати стабільну температуру ґрунту, що дуже важливо для кореневої системи рослин.

Баклажани добре ростуть також на суглинках і супісках. Болотисті, засолені, кислі або важкі ґрунти для них не підходять [2].

В посушливі періодиполив баклажанів має бути регулярним, щоб забезпечити стабільний розвиток рослини. Він має бути рівномірним, щоб не було пересихання або перенасичення ґрунту водою. Ці критерії дозволяють ефективно використовувати воду та уникати пов'язаних із цим ризиківгниття при надмірному поливі у разі використання системи крапельного зрошення [3].



*Рис. 2. Вирощування баклажанів в умовах відкритого ґрунту*

Ще одним ключовим фактором, який значно впливає на врожайність баклажанів, є час посіву. Ранній посів забезпечує кращий розвиток рослин і, як наслідок, кращий ріст і дозрівання плодів, що забезпечує більш високийрівень врожаю з кращою якістю. У той же час, якщо сіяти баклажани занадто рано, то можуть зустрітися весняні заморозки і коли настане теплий період плоди будуть погано розвиватися.

Для появи дружніх сходів, росту та розвитку рослин баклажанів основним визначальним фактором під час сівби є середньодобова температура. Для отримання високого врожаю посів рекомендується проводити в середині весни або на початку літа – в цей проміжок часу температура ґрунту постійно тримається вище 15°C, що забезпечує оптимальні умови для проростання, а згодом і розвитку рослин.

Висадка розсади у відкритий ґрунт в менш сприятливі умови – це своєрідний стрес для молодих рослин. Щоб культура добре прижилася на грядках, її необхідно загартовувати. Загартовування проводять поступово, за 8–10 днів до висадки знижуючи температуру до 14–15°C. За 2–3 дні до посадки розсаду виносять на відкрите повітря, спочатку на півдня, а потім і цілий день, а в разі дуже теплої погоди залишають і на ніч. Рослини, які отримали передпосадкове загартування, приживаються швидше і ростуть краще [4].

Є можливість коригувати строки сівби та досягати максимально врожайного результату. Наприклад, в регіонах з коротким теплим періодом рекомендують ранні строки сівби, щоб забезпечити тривалий освітлений період для росту і розвитку. І навпаки, за тривалого теплому періоду можна використовувати більш пізні строки сівби, тим самим виключаючи негативні наслідки пізніх весняних і ранніх осінніх заморозків. Таким чином, оптимальні

строки сівби є визначальним фактором отримання стабільно високих урожаїв баклажанів з відкритого ґрунту [5].

На врожайність також впливає розсадний спосіб або прями́й посів у ґрунт. Техніка дозволяє отримати ранні врожаї та знизити ризики від несприятливих погодних умов. Слід дотримуватися рекомендованих відстаней між рослинами та рядами для належного освітлення та доступу поживних речовин.

**Таблиця 1**

**Вирощування баклажанів в Україні у 2020-2022 рр.**

Урожайність баклажанів (ц/га)			
Тип г-ства Рік	2020	2021	2022
Господарства усіх категорій	130,7	118,8	121,5
Господарства населення	126,6	115,5	119,9

Розсадний спосіб вирощування є одним з найпродуктивніших у баклажанів: він дозволяє отримувати високі врожаї у відкритому ґрунті. Це сприяє скороченню подовження вегетаційного періоду, а разом з ним і раннього плодоношення, що важливо в районах з коротким літом або нестабільним кліматом. Вирощуючи розсаду в закритих приміщеннях, умови для яких підтримує людина, можна звести ці ризики до мінімуму. На постійному місці висаджена розсада відразу адаптується до польових умов, що сприяє нарощуванню кореневої системи та більш ефективному засвоєнню поживних речовин.

Насіння баклажанів можна сіяти і безпосередньо у відкритий ґрунт, але цей спосіб подовжує вегетаційний період і залежить від температурних умов. Терміни посіву слід підбирати ретельно, оскільки баклажани люблять тепло і стабільну температуру під час проростання насіння (не нижче 20–25 °С). Безпосередній посів можна проводити тільки в регіонах з тривалим теплим періодом або з додатковою системою укриття для захисту розсади від різких перепадів температури.

Вибір сортів і гібридів баклажанів є одним з найважливіших факторів отримання високої продуктивності. Сорти та гібриди баклажанів мають відмінності за морфологічними та біологічними особливостями, що впливає на їх продуктивність, стійкість до хвороб і шкідників, придатності до певних агрокліматичних умов.

Слід вибирати селекційне насіння тих сортів і гібридів, які найбільше реагують на місцеві умови навколишнього середовища, а саме на тип ґрунту, температуру та рівень вологості, щоб потенційна продуктивність була максимальною з мінімальним ризиком через несприятливі умови навколишнього середовища.

Наприклад, сорт баклажанів під назвою «Глобус» відрізняється високою врожайністю і здатний долати несприятливі умови. Це один із найурожайніших

гібридів, стійкий до фітофтори та має комплексну стійкість до інших хвороб. «Глобус» ранньостиглий – швидкий збір урожаю за короткий період вегетації. На цьому прикладі показано, як сучасні гібриди можуть покращити результати вирощування баклажанів, забезпечуючи високу врожайність і стійкість до різних негативних факторів.

Сучасні гібриди часто демонструють значні переваги перед старими сортами через підвищену врожайність і стійкість до несприятливих умов. Наприклад, нові гібриди виявляють генетичну стійкість до ряду вірусів, грибкових інфекцій і шкідників, отже, зменшуючи кількість використання хімічних пестицидів. Крім того, сучасні гібриди швидко адаптуються до кліматичних змін, мають скорочений вегетаційний період і підвищену жаростійкість, що впливає на продуктивність і стабільність врожаю в цілому. Тому їх вирощування здатне значно покращити результати вирощування баклажанів у відкритому ґрунті і водночас забезпечити економічний ефект і забезпечити безпеку при розвитку агробізнесу.

Важливо зазначити, що плоди баклажанів слід збирати, коли вони ще не досягли повної зрілості. У цей момент насіння у них ще дрібні, м'якоть ніжна і без гіркоти. У середній смузі України перші плоди зазвичай збирають після 20 липня. Баклажани досягають зрілості через 60–80 днів після посадки, в залежності від сорту та клімату [6].

**Висновки.** Вирощування баклажанів у відкритому ґрунті є комплексним і поєднує в собі врахування агробіологічних умов з оптимальними строками сівби та правильним підбором сортів і гібридів. Планування та реалізація з урахуванням сучасної агрономічної практики дозволяє підвищити продуктивність і якість врожаю. Основне, що впливає на успіх агробізнесу, – адаптація технологій вирощування до конкретних умов регіону.

Успішне вирощування баклажанів передбачає регулярний моніторинг і налагодження агротехнічних прийомів на основі зміни погодних умов і потреб рослини. Необхідно враховувати все, що пов'язано з етапами сільського господарства, починаючи з підготовки ґрунту і закінчуючи збором урожаю. Сьогодні, завдяки сучасним і точним технологіям моніторингу вологості ґрунту та адаптивним системам зрошення, легко управляти ресурсами, підвищуючи ефективність врожаю.

Щоб отримати регулярний урожай, слід ретельно доглядати за рослинами, боротися з бур'янами, шкідниками та хворобами. Продовження науково-дослідної роботи в агрономії та подальше впровадження інновацій, а також обмін досвідом між агрономами та аграріями сприятимуть підвищенню ефективності вирощування баклажанів та забезпеченню їх високої якості.

Окрім зазначених аспектів, для подальшого покращення результатів вирощування баклажанів важливо враховувати вплив змін клімату на агрономічні практики. Адаптація до цих змін може включати використання стійких сортів і гібридів, які краще витримують екстремальні погодні умови, а також інтеграцію нових технологій, таких як датчики мікроклімату і системи прогнозування погоди, для більш точного управління агрономічними

процесами. Упровадження таких підходів дозволяє не лише покращити продуктивність та якість врожаю, але й підвищити стійкість агрономічних систем до змін клімату. Важливим є також продовження досліджень у сфері агроекології, що допоможе у розробці більш ефективних і стійких до змін умов вирощувальних технологій, забезпечуючи сталий розвиток агробізнесу.

### Список використаних джерел

1. Contributors to Wikimedia projects. Eggplant – Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. URL: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Eggplant> (дата звернення: 07.09.2024).

2. Вирощування баклажанів у відкритому ґрунті - корисні статті про садівництво від Agro-Market. AGRO-MARKET - інтернет-магазин насіння і саджанців, продаж кореневищ і цибулин квітів. URL: [https://agro-market.net/ua/amp/news/ogorod/vyrashchivanie\\_baklazhanov\\_v\\_otkrytom\\_grunte/](https://agro-market.net/ua/amp/news/ogorod/vyrashchivanie_baklazhanov_v_otkrytom_grunte/) (дата звернення: 07.09.2024).

3. Баклажани: посадка й догляд у відкритому ґрунті, як виростити з насіння, фото. URL: <https://floristics.info/ua/statti/gorod/2577-baklazhan-viroshchuvannya-rozsadi-z-nasinnya-posadka-u-vidkritij-grunt-i-doglyad.html> (дата звернення: 07.09.2024).

4. Технологія вирощування баклажана. Agrolife. URL: <https://agrolife.ua/ua/blog/tekhnologiya-vyrashchivaniya-baklazhana/?srsltid=AfmBOoqSZVilHqFam6tTrFW0Dt42RgugR6uqVNWq6u69TW eAuU4TYr3F> (дата звернення: 07.09.2024).

5. Держстат України. Статистичний збірник «Рослинництво України» - PlantGrowinginUkraine. Київ. 2023. с.181.

**Дмитро КЛЕШКО<sup>10</sup>**,  
студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ТА МЕТОДИ БОРОТЬБИ ІЗ КУКУРУДЗЯНИМ (СТЕБЛОВИМ)МЕТЕЛИКОМ (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN.)**

*Анотація.* У даній статті представлено всебічний огляд методів боротьби зі звичайним кукурудзяним метеликом (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), одним із найшкідливіших шкідників при вирощуванні кукурудзи та інших сільськогосподарських культур. Основна увага приділена біологічним

---

<sup>10</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ



характеристикам цього шкідника, включаючи його життєвий цикл, пошкодження рослин та економічний вплив на сільськогосподарський сектор. Проаналізовано хімічні, біологічні та агротехнічні методи контролю популяцій метеликів, зокрема використання інсектицидів, природних ворогів, сівозміни та генетично стійких сортів. Особливу увагу приділено інтегрованим системам захисту рослин, які поєднують різні методи для досягнення більш стійких результатів, мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та зниження потенціалу резистентності шкідників. Також надається порівняльна оцінка ефективності методів контролю з точки зору економічної доцільності та довгострокових екологічних переваг.

**Ключові слова:** кукурудза, кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), методи боротьби, інсектициди, біологічні методи, агротехнічні методи, інтегрована система захисту рослин, природні вороги.

**Annotation.** This article presents a comprehensive overview of methods of combating the common corn moth (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), one of the most harmful pests in the cultivation of corn and other crops. The focus is on the biological characteristics of this pest, including its life cycle, plant damage, and economic impact on the agricultural sector. Chemical, biological, and agrotechnical methods of butterfly population control were analyzed, including the use of insecticides, natural enemies, crop rotation, and genetically resistant varieties. Special attention is paid to integrated plant protection systems, which combine different methods to achieve more sustainable results, minimize the negative impact on the environment and reduce the potential for pest resistance. A comparative assessment of the effectiveness of control methods in terms of economic feasibility and long-term environmental benefits is also provided.

**Keywords:** corn, *Ostrinia nubilalis* Hbn., control methods, insecticides, biological methods, agrotechnical methods, integrated plant protection system, natural enemies.

**Вступ.** Кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) – одна з найпоширеніших і найшкідливіших комах у сільському господарстві, особливо у виробництві кукурудзи. Шкідник має широкий ареал поширення і завдає значної шкоди посівам не лише в Україні, а й у багатьох інших країнах світу. Личинки кукурудзяного метелика пошкоджують стебла, бульбоцибулини та листя рослин, що призводить до значного зниження врожайності, погіршення якості продукції та підвищення ризику розвитку вторинних інфекцій та грибкових захворювань [1].

У зв'язку з цим боротьба з кукурудзяним метеликом є одним з головних пріоритетів сучасного аграрного сектору. Неefективні або неадекватні заходи боротьби можуть призвести до втрат врожаю та значних економічних збитків. Крім того, традиційні методи боротьби, такі як хімічні інсектициди, не завжди дають бажані результати через розвиток резистентності шкідників та негативний вплив на навколишнє середовище.

Сучасна наука пропонує різноманітні підходи до вирішення цієї проблеми, серед яких хімічні, біологічні, агротехнічні та комплексні методи. Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки, а їх ефективність залежить від умов застосування та місцевих особливостей. Зокрема, зростає інтерес до біологічних методів, які дозволяють контролювати популяції шкідників без шкоди для екосистеми.

Метою цієї статті є аналіз та порівняння різних методів контролю кукурудзяного метелика, зосереджуючись на їх ефективності, екологічності та економічній доцільності. Огляд наявних засобів контролю дозволяє визначити найкращу стратегію для сільськогосподарських виробників.

**Виклад основного матеріалу.** Кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) є одним з найнебезпечніших шкідників, що пошкоджують посіви кукурудзи. Завдяки своїй морфології та життєвому циклу він ефективно виживає і швидко поширюється в різних агроекосистемах. Дорослі особини мають розмах крил близько 20-30 мм і світло-коричневе або жовтувате забарвлення, через що їх важко візуально виявити в рослинності. Самці мають більш характерні коричневі крила, тоді як самки майже виключно світлі. Життєвий цикл кукурудзяного метелика можна розділити на чотири основні стадії: яйце, личинка, лялечка та імаго (доросла особина). Самки відкладають яйця на нижній стороні листків кормових рослин, таких як кукурудза. Одна самка може відкласти 500-600 яєць за життя, що сприяє швидкому розмноженню виду. Яйця білі або блідо-жовті і виглядають як компактні скупчення. Личинки є найбільш шкідливою стадією розвитку шишкової молі. Після відродження вони заселяють стебла і бульбоцибулини рослин і живляться тканинами кукурудзи. В результаті вони завдають серйозної шкоди рослині, знижуючи врожайність і якість продукції. Личинки проходять п'ять стадій розвитку, під час яких вони кілька разів линяють і збільшуються в розмірах. Повний розвиток личинки триває 20-30 днів, після чого вона переходить у стадію лялечки. Личинки розвиваються на пошкоджених стеблах або у верхніх шарах ґрунту, де заляльковуються і готуються стати дорослими особинами. Ця стадія триває від одного до трьох тижнів, залежно від умов навколишнього середовища, таких як температура і вологість. Потім імаго виходять з лялечок, і цикл починається знову. Залежно від кліматичних умов, за рік може з'явитися від одного до трьох поколінь шишкової молі, що робить боротьбу з нею дуже складною. Оскільки саме на стадії личинки шкідник завдає найбільшої шкоди врожаю, боротьба на цій стадії є пріоритетною (Рис. 1) [1, 2].

Сезонна активність цього метелика тісно пов'язана з кліматичними умовами та стадією розвитку кукурудзи, на якій він паразитує. Найбільшу активність шкідник проявляє в теплу пору року, коли середньодобова температура перевищує 15°C. Цикл розвитку кукурудзяного метелика зазвичай відбувається один-два рази на рік у регіонах з помірним кліматом, але в більш теплих регіонах може становити до трьох поколінь. Ця особливість має значний вплив на інтенсивність пошкодження і вимагає спеціальних заходів боротьби протягом усього сезону [2].

Перше покоління метеликів зазвичай з'являється на початку літа, коли кукурудза перебуває на стадії 4-6 листків. У цей період самки відкладають яйця на нижній стороні листя кукурудзи та на інших кормових рослинах. Залежно від регіону, личинки вилуплюються в перші кілька тижнів літа, заселяють рослини і починають активно харчуватися. У цей період личинки є найбільш небезпечними для врожаю, оскільки вони пошкоджують стебла, листя та качани кукурудзи [3].

Друге покоління часто є найбільш шкідливим, оскільки з'являється в середині літа і збігається з періодом активного розвитку качанів кукурудзи. Личинки цього покоління проникають безпосередньо в качан і живляться ядром. Окрім прямих втрат зерна, це пошкодження також може призвести до розвитку вторинних грибкових інфекцій, таких як фузаріоз качана, що ще більше знижує якість продукції та її товарний вигляд. Крім того, заражене грибками зерно може містити токсини, що робить його непридатним для споживання людьми та тваринами [3].

У сприятливому кліматі для цього метелика може з'явитися третє покоління наприкінці літа або на початку осені. Однак, оскільки кукурудза вже досягла зрілості або знаходиться в процесі збирання, інтенсивність її пошкодження зазвичай низька [3].



*Рис. 1. Кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) імаго та личинка, пошкодження стебла і качана [1]*

Моніторингові пастки є важливим інструментом управління популяціями, оскільки дозволяють своєчасно виявляти присутність шкідників та оцінювати їхню чисельність. Серед різних типів пасток феромонні пастки є найбільш ефективними і широко використовуються в сучасній сільськогосподарській практиці. Пастки працюють на основі синтетичних феромонів, які імітують природний запах самок, тим самим приваблюючи самців до пастки. Це дозволяє реєструвати кількість метеликів на певній території та відстежувати активність метеликів на різних стадіях розвитку (Рис. 2) [4].

Використання починається з їх розміщення на полях кукурудзи або прилеглих територіях. Рекомендується розміщувати на висоті приблизно 1-1,5 м над землею. Також слід розміщувати в різних точках поля для отримання репрезентативних даних та уникнення можливих помилок у результатах через регіональні особливості поширення шкідника [4].

Маючи точну інформацію про кількість самців кукурудзяного метелика, агрономи можуть спрогнозувати ймовірність зараження і спланувати відповідні заходи боротьби. Спостереження допомагають визначити оптимальний час для застосування інсектицидів, біопрепаратів та інших заходів контролю, а також оцінити ефективність цих заходів [4].

Окрім моніторингу популяцій шкідників, пастки можна використовувати для вивчення сезонної активності та динаміки спалахів. Аналізуючи ці дані, можна відстежувати стадії активності популяцій і коригувати стратегії управління в міру зміни умов [4].



Рис. 2. Світлова пастка [4].

Сучасні методи боротьби з кукурудзяним метеликом включають біологічні, агрономічні, хімічні та інтегровані підходи, кожен з яких має свої переваги та обмеження. Біологічні методи контролю є важливою складовою інтегрованої системи захисту рослин та ефективною альтернативою або доповненням до хімічних пестицидів. Основна ідея біологічного контролю полягає у використанні природних ворогів шкідників і патогенів для зменшення популяцій шкідників до рівнів, які не завдають значної шкоди сільськогосподарським культурам. Одним з найефективніших біологічних підходів є використання ентомопатогенних організмів, таких як гриби, бактерії та віруси, спеціально розроблених для боротьби з метеликами. Наприклад, гриби *Beauveria bassiana* і *Metarhizium anisopliae* є відомими патогенами, які заражають і вбивають личинок. Ці гриби можуть проникати в тіло шкідника через кутикулу і розвиватися всередині нього, викликаючи швидке зараження і загибель личинок [5].

Іншим важливим аспектом біологічного контролю є використання *Trichogramma spp.*, яка відкладає свої яйця всередину яєць шкідника. Личинки розвиваються і гинуть всередині яєць шкідника. Рід *Trichogramma* є високоспецифічним для певних видів шкідників, тому популяції кукурудзяного метелика можна ефективно контролювати, не завдаючи шкоди іншим корисним організмам [6].

Важливо зазначити, що біологічні методи контролю зазвичай потребують часу, щоб стати ефективними, і для досягнення найкращих результатів їх потрібно використовувати в поєднанні з іншими методами контролю

сільськогосподарських культур. Таким чином, використання біологічних методів боротьби з кукурудзяним метеликом забезпечує сталий і екологічно безпечний підхід до контролю шкідників, зменшуючи залежність від хімічних пестицидів і знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

Агротехнічні методи контролю спрямовані на зменшення популяцій шкідників шляхом впливу на їхній життєвий цикл і середовище існування. Ці методи включають зміну умов, сприятливих для розмноження шкідників, або ускладнення використання шкідників рослинами [7].

Основним методом ведення сільського господарства є сівозміна. Зміна польових культур і чергування кукурудзи з іншими культурами допомагає порушити життєвий цикл кукурудзяного метелика, ускладнюючи пошук рослин, на яких він може харчуватися для відкладання яєць. Використання культур, які не є основною культурою метелика, може значно зменшити кількість шкідників. Іншим важливим методом є пізній посів. Затримка з посівом кукурудзи дозволяє уникнути сезону активності шкідника і зменшити ймовірність появи яєць і личинок на молодих рослинах. Це також дозволяє уникнути пікового періоду активності, коли чисельність метеликів є найвищою. Післязбиральна обробка рослинних решток також є важливою частиною сільськогосподарського процесу. Ретельне подрібнення та швидке видалення залишків кукурудзи, особливо в прикореневій зоні, може зменшити місця розмноження шкідників. Це може зменшити популяцію метеликів у наступному сезоні. Використання стійких сортів може бути корисним у боротьбі з білим метеликом. Вирощування сортів з природною стійкістю до шкідника або сортів, генетично модифікованих для виробництва білка, токсичного для молі, може зменшити шкоду, яку шкідник завдає культурам [7].

Хімічні методи контролю залишаються важливим компонентом інтегрованих систем захисту рослин, особливо коли інші методи не забезпечують необхідного рівня контролю. Основними хімічними речовинами, що використовуються для боротьби з кукурудзяним метеликом, є інсектициди, які можна розділити на кілька категорій відповідно до їх механізму дії [8].

До найбільш поширених груп інсектицидів належать:

1. Хлорорганічні інсектициди: хлорорганічні інсектициди – клас інсектицидів, що містять хлордан, які є високоефективними проти різноманітних комах. Однак їх використання суворо обмежене або заборонене в багатьох країнах через їхню токсичність для людей і довкілля та тривалу біологічну активність [9].

2. Фосфорорганічні інсектициди: наприклад, фосфамід і малатіон. Ці препарати діють шляхом інгібування ацетилхолінестерази, яка блокує нейропередачу комах. Їх часто використовують для боротьби з листовійками, оскільки вони забезпечують ефективний контроль над личинками [10].

3. Піретроїди: синтетичні аналоги природних піретринів, отримані з квітів хризантеми. Піретроїдні інсектициди, такі як циперметрин і дельтаметрин, часто використовуються для боротьби з метеликами завдяки їх швидкій дії та короткому періоду напіврозпаду в навколишньому середовищі [11].

Вибір конкретного пестициду для боротьби з кукурудзяним метеликом залежить від декількох факторів, включаючи рівень популяції шкідника, стадію розвитку шкідника, екологічні умови та потенційний вплив на навколишнє середовище. Важливим аспектом є правильне застосування пестицидів, що включає дотримання рекомендованих норм внесення, частоту обробки та врахування стадії розвитку рослини.

При використанні хімічних методів боротьби важливо враховувати можливість розвитку резистентності у популяції шкідників. Тривале використання одного і того ж інсектициду може зробити метеликів чутливими до цього інсектициду. Щоб запобігти розвитку резистентності, рекомендується чергувати використання різних класів інсектицидів і поєднувати хімічні методи контролю з іншими стратегіями контролю, такими як біологічний або агрономічний контроль. Хімічні методи боротьби є потужним інструментом у боротьбі з кукурудзяним метеликом, але їхня ефективність досягає максимуму в поєднанні з іншими методами контролю.

Інтегрований підхід до боротьби з кукурудзяним метеликом – це комплексна і збалансована стратегія управління шкідниками, що поєднує різні методи для досягнення максимальної ефективності при мінімізації впливу на навколишнє середовище і ресурси. Основними цілями цього підходу є забезпечення ефективного контролю популяцій шкідників, зменшення економічних втрат та мінімізація негативного впливу на екосистеми. Ця стратегія підвищує ефективність управління шкідливими організмами та сприяє сталому розвитку сільського господарства, одночасно захищаючи природні ресурси. Реалізація цього підходу вимагає постійного моніторингу та коригування для оптимізації результатів [12].

Екологічні аспекти боротьби з кукурудзяним метеликом є важливим компонентом інтегрованої стратегії управління шкідливими організмами для забезпечення не тільки ефективного контролю шкідників, але й підтримки екологічного балансу та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Розуміння та врахування екологічних аспектів має вирішальне значення для забезпечення сталого та екологічно збалансованого підходу до захисту рослин.

1. Вплив на біорізноманіття: використання різних методів боротьби з кукурудзяним метеликом може мати різний вплив на біорізноманіття в агроекосистемах. Наприклад, хімічні інсектициди можуть мати негативний вплив не лише на шкідників, але й на корисних комах, таких як запилювачі та природні вороги шкідників. Тому важливо обирати інсектициди з мінімальним впливом на нецільові організми та дотримуватися рекомендацій щодо їх використання. Біологічні методи, такі як використання паразитичних ос та ентомопатогенних організмів, зазвичай мають менший негативний вплив на екосистему і допомагають підтримувати природний баланс агроекосистеми.

2. Вплив на ґрунт і воду: використання хімікатів може призвести до забруднення ґрунту і води, що має серйозні наслідки для екологічного здоров'я сільськогосподарського виробництва. Пестициди, що потрапляють у ґрунт і

водні системи, можуть мати негативний вплив на ґрунтові організми. Тому важливо, щоб пестициди використовувалися правильно, відповідно до рекомендацій щодо дозування та часу обробки, і щоб ризик забруднення враховувався при плануванні заходів боротьби зі шкідниками [11].

3. Сталий розвиток агроєкосистем: впровадження агрономічних та біологічних методів контролю кукурудзяного метелика сприяє сталому розвитку агроєкосистем. Наприклад, сівозміна та управління поживними рештками допомагають підтримувати здоров'я ґрунту та зменшують потребу в хімічних пестицидах. Використання стійких сортів кукурудзи також допомагає зменшити залежність від хімічних методів і знизити ризик виникнення резистентності шкідників.

4. Профілактика та контроль: включення різних методів боротьби з кукурудзяним метеликом в інтегровану систему управління може зменшити загальний вплив на навколишнє середовище. Наприклад, поєднання агрономічних, біологічних і хімічних методів може забезпечити ефективний контроль з мінімальним використанням хімікатів. Регулярний моніторинг і прогнозування також важливі для забезпечення своєчасного реагування на зміни в популяціях шкідників і коригування стратегій контролю з метою зменшення негативного впливу на екологічний баланс.

5. Підвищення обізнаності та освіта: для ефективного управління екологічними аспектами боротьби з кукурудзяним метеликом важливо проводити освітні програми для фермерів і надавати їм інформацію про вплив різних методів захисту рослин на навколишнє середовище та способи його пом'якшення. Усвідомлення важливості екологічних підходів може допомогти фермерам приймати більш обґрунтовані рішення та впроваджувати сталі практики у сільськогосподарському виробництві [12].

**Висновки.** У цьому дослідженні детально розглянуто, як боротьба з кукурудзяним метеликом (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) є важливим аспектом забезпечення стабільних врожаїв кукурудзи та зменшення економічних втрат. У дослідженні розглядаються як хімічні, так і біологічні методи контролю, включаючи інсектициди, природних ворогів шкідника та інтегровані системи контролю. Найефективнішою виявилася комбінація декількох методів, що дозволяє зменшити популяції шкідників з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Використання сучасних технологій, таких як біопестициди та генетично модифіковані сорти кукурудзи, мають великий потенціал для довгострокового контролю популяцій метеликів і потребують подальших досліджень та моніторингу.

### Список використаної літератури

1. Стебловий (кукурудзяний) метелик. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-luskokrili-lepidoptera/stebloviy-kukurudzianyiy-metelik-id16666> (дата звернення 07.09.2024 р.)
2. Федоренка В.П. Ентомологія: підручник; заред. В.П. Федоренка. Київ: Фенікс, Колобіг, 2013.344 с.

3. Ляска Ю.М., Стригун О.О. Видовий склад основних шкідників агроценозу кукурудзи в ліво бережному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*.2019.№2.С45–52.
4. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pest in corn crops. *Сільське господарствоталісівництво*. 2022. №. 4 (27). С. 143–165.
5. Ляска Ю.М., Стригун О. О. Сезонна динаміка чисельності та особливості розвитку стеблового кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) в агроценозі кукурудзи Лівобережного Лісостепу України. Проблеми сучасної ентомології: тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції, Світязь, 25–30 серпня, 2020. С 45–47.
6. Федоренко В. П., Гуляк Н. В. Шкідливість стеблового кукурудзяного метелика в посівах кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2013. №. 4. С. 27– 29.
7. Моніторинг лускокрилих шкідників світловими пастками на полях агрохолдингу А.G.R. Group. URL: <https://superagronom.com/blog/840-monitoring-luskokrilih-shkidnikiv-svitlovimi-pastkami-na-polyah-agroholdingu-agr-group> (дата звернення 07.09.2024 р.).
8. Бахмут О.О., Чайка В.М. Обґрунтування технології феромонного моніторингу кукурудзяного метелика. *Захист і карантин рослин*. Між відомчий тематичний науковий збірник. 1999.№45.С.63–66.
9. Стригун О.О., Ляска Ю.М. Оцінювання стійкості гібридів кукурудзи проти стеблового кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Наукові доповіді НУБіП України, № 3(85), 2020.
10. Кузьминський А.В. Стійкість гібридів кукурудзи до лускокрилих шкідників. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*.2013.№4. С. 132–135.
11. Razze, J.M., C.E. Mason. Dispersal behavior of neonate European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on Bt corn. *Journal of Economic Entomology*. 2012. 105(4): P. 1214–1223.
12. Федоренко В.П., Марков І.Л., Мордерер Є.Ю. Стратегія і тактика захисту рослин: [монографія]. (Серія «Інтенсивне землеробство»).Т. 2: Тактика; під ред. акад. НААН України В.П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2015. 784 с.



**Наталія МЕЛЬНИК<sup>11</sup>,**  
студентка 21-А групи,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНИ

***Анотація.** У даній статті описується сучасна технологія вирощування сої, однієї з найбільш поширених культур у світі. Розглядаються основні технологічні прийоми вирощування сої: підготовка насіння, підготовка ґрунту, посів, захист від хвороб і шкідників, а також збирання врожаю. Враховуються агрокліматичні умови, які впливають на ефективність вирощування даної культури. Дослідження базується на аналізі наукових публікацій, книжкових видань, практичного досвіду фермерів та результатів випробувань різних технологій вирощування сої.*

***Ключові слова:** соя, технологія вирощування, продуктивність, урожай.*

***Annotation.** This article describes the modern technology of growing soybeans, one of the most widespread crops in the world. The main technological methods of soybean cultivation are considered: seed preparation, soil preparation, sowing, protection against diseases and pests, as well as harvesting. Agro-climatic conditions are taken into account, which affect the efficiency of growing this crop. The research is based on the analysis of scientific publications, book editions, practical experience of farmers and test results of various soybean cultivation technologies.*

***Key words:** soybean, cultivation technology, productivity, yield.*

***Вступ.** Соя звичайна або щетиниста (*Glycine max* Moench.; синоніми: *Soja hispida* Moench., *Soja japonica* Savi.) – однорічна трав'яниста культурна рослина родини, зовні подібна до, одна з найдавніших їстівних культур. Походить з Південно-східної Азії, поширена у Китаї, Індонезії, Японії, США, Австралії, Кореї, на Далекому Сході Росії, в Україні – в Лісостепу і Степу.*

*Насіння сої містить 35-45% білків, 17-25% жиру, 1-2% лецитину, 5-6% зольних речовин і вітамінів.*

*Соя – культура мусонного клімату, має підвищені вимоги до забезпечення вологою і теплом. Потреба в теплі зростає від проростання насіння до сходів, а потім до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання вимоги до температури дещо зменшуються.*

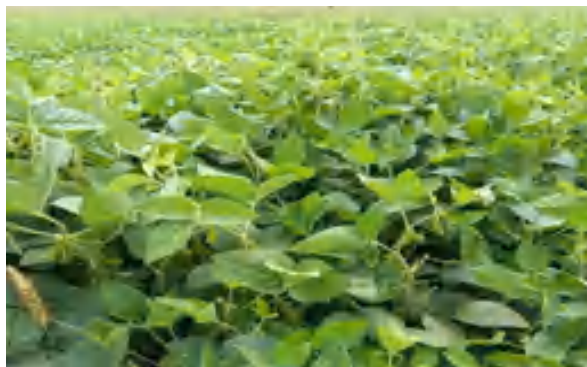
*Виклад основного матеріалу. Соя (*Glycine max* (L) Merrill) (Рис. 1) – особлива білково-олійна культура, що характеризується високими адаптивними особливостями пристосування до умов росту та розвитку, універсальністю у*

---

<sup>11</sup>Науковий керівник: Циганський В.І., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

використані та збалансованістю за білком та амінокислотним складом та високою функціональною активністю [1, 2, 3].

Культивування сої сприяє мобілізації в процесі сільськогосподарського виробництва азоту з атмосфери, поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, покращанню фітосанітарного стану посівів культури та значному зростанню продуктивності одиниці сівозмінного поля [4, 5, 6].



*Рис 1. Соя (Glycine max (L) Merrill)*

Сорт – важливий чинник у технології вирощування сої, що впливає на продуктивність культури у різних ґрунтово-кліматичних зонах вирощування. Важливою умовою отримання високої урожайності сої культурної є врахування особливостей її генетичних задатків – підбір конкретного сорту, а також умов його вирощування у відповідних зонах [7].

Підготовка ґрунту. Вибір конкретних заходів обробітку ґрунту залежить від ґрунтово-кліматичних умов місця вирощування, а також від загального рівня культури землеробства, наприклад, ступеня забур'янення полів. Основний обробіток ґрунту при засміченні полів однорічними бур'янами – покращена зяблева оранка (два-три дискування і осіння оранка) або напівпаровий обробіток (літня оранка і 1-2 культивації для знищення сходів бур'янів. При короткому після збиральному періоді, проводять луцення стерні, наступну оранку з вирівнюванням поверхні поля. Соя порівняно з ранніми ярими культурами вимогливіша до передпосівної підготовки. Ранній весняний обробіток ґрунту починається з боронування важкими, середніми або легкими боронами, а також шлейфами, рай-боронами, шлейф-боронами при настанні фізичної стиглості ґрунту. Боронують упоперек або під кутом до напрямку оранки в 1–2 сліди. На чистих, без каміння, вирівняних (низьке розміщення бобів вимагає при збиранні низького зрізу) з осені полях після ранньовесняного боронування до сівби ґрунт не обробляють. Висота гребенів і глибина борід не повинна перевищувати 4 см. На засмічених зимуючими бур'янами або падалицею полях, а також при тривалій холодній весні необхідно проводити культивацію на глибину 6–8 см з наступним коткуванням. Коткування підвищує температуру посівного шару на 1,5 °С–3,0 °С, що зумовлює проростання бур'янів, які будуть знищені наступною культивацією. Передпосівну культивацію проводять паровими або буряковими культиваторами з плоскоріжучими лапами на глибину 4–5 см в агрегаті з

боронами або шлейф-боронами або комбінованими агрегатами типу «компактора». Культивуацію проводять упоперек або під кутом до напрямку попередніх обробітків. Оптимальна структура ґрунту для гарної аерації і нормального розвитку кореневої системи сої створюється при об'ємній масі 1,10–1,25 г/см<sup>3</sup> [8].

Мікроелементи. У сої більша потреба в кальції, ніж у зернових культур. Оптимальний рівень показника рН 6,2–7,2 зберігається внесенням вапна в рамках сівозміни за даними ґрунтової діагностики. Для досягнення оптимального рівня кислотності вапно вносять вже під попередник. Залежно від ґрунтових умов, соя відчуває потребу в певних мікроелементах. Часто бор (В) і марганець (Mn) при вапнуванні стають важкодоступними для рослин. На кислих підзолистих і опідзолених ґрунтах рекомендується внесення молібдену (Mo). Кобальт (Co) особливо важливий мікроелемент в процесах азотфіксації. Азотні добрива на сої можуть застосовуватись в невеликій дозі до 30-50 кг/га, оскільки вони пригнічують фіксацію азоту. Соя задовольняє 65-85% своїх потреб у азоті через симбіотичний процес фіксації азоту.

Сучасні технології вирощування сої. Багато компаній в Україні переглядають технології вирощування основних культур, у тому числі й сої, з огляду на зміни клімату та адаптують їх до нових умов за такими елементами технології: 1) обробіток ґрунту; 2) система добрив; 3) підбір сортів за групою стиглості та нормою висіву; 4) система захисту від бур'янів, шкідників і хвороб.

Одна із прийнятих в Україні сівозмін при вирощуванні сої така: кукурудза кукурудза – соя соя. При цьому використовується концепція продовженої (дворічної) сівозміни, де однорічні культури ростуть у послідовності (зазвичай дві), за якими настає тривала перерва.

В останні роки чимало фермерів повністю відмовилися від оранки і перейшли на комбінований безвідвальний-мінімальний обробіток ґрунту, що передбачає зменшення глибини, кількості видів обробітку за рахунок суміщення операцій, що здійснюються в одному робочому процесі. При цьому глибина обробітку ґрунту часто визначається за вимірюванням цифрового пенетрометра і здійснюється без обороту пласта за допомогою глибокорозпушувача.

Агротехнічні строки посіву визначаються при прогріванні ґрунту до 12-14°C на глибині 5-10 см. У період посіву можуть спостерігатися негативні явища, такі як велика різниця між денними і нічними температурами (від 18°C до мінус 2-3°C), інтенсивні вітри. В період внесення ґрунтових, а потім і страхових гербіцидів на посівах сої у травні можуть спостерігатися заморозки до 0-1°C, повернення холодів після теплого періоду і різкі перепади температур. Внесення ґрунтових гербіцидів потрібно припиняти, коли температура повітря знижується нижче 8°C, а обприскування страховими при зниженні температури нижче 10°C.

Перші тижні своєї вегетації соя росте відносно повільно і особливо вразлива з боку бур'янів. Проти дводольних бур'янів посіви обробляють, коли

соєа має 1-3 трійчастих листки, а проти злакових - незалежно від фази розвитку культури, але зазвичай до фази 5-7 листків до початку цвітіння.

При використанні засобів захисту рослин важливо суворо дотримуватися регламенту їх застосування. При цьому контролювати необхідно вологість повітря (85-90%), швидкість вітру (до 5 м/с), температурні режими, фазу бур'янів, культури, їх стресовий стан та інші параметри. Потрібно дотримуватися оптимальної температури повітря: для гербіцидів 17-18°C (у крайньому разі 8-10...25°C), фунгіцидів від 12 до 20°C, інсектицидів від 15 до 25°C. Шкідники та хвороби. Соєа вражається великою кількістю хвороб і шкідників. Економічно та екологічно обґрунтована ефективна боротьба з ними потребує дотримання принципів інтегрованого захисту рослин. Найбільш розповсюджені шкідники: люцернова совка, акацієва вогнівка, бульбочкові довгоносики, соєа чорно-смугаста блішка, соєа плододжерка, павутинний кліщ. Найбільш розповсюджені захворювання: фузаріозне в'янення, церкоспороз, аскохітоз, склеротіоз, несправжня борошниста роса. вертицильозне в'янення, бактеріальний опік, жовта мозаїка сої [10].

У боротьбі з грибковими (Рис. 2) та бактеріальними захворюваннями високу ефективність мають глибока зяблева оранка й повна заробка рослинних решток у землю, бо вони є джерелом розповсюдження інфекції. Це значно зменшує ймовірність зараження аскохітозом, периноспорозом та іншими хворобами. На полях уражених фузаріозом не можна висівати соєа раніше, ніж через 2-3 роки. Насіння потребує протруєння насінневими протруйниками [8].



*Рис 2. Грибкове ураження сої*

Збирання урожаю. Врожай сої збирають прямим комбайнуванням (низький зріз 4-6 см) при повній стиглості – листя вже опало і боби сухі, побурілі стебла і боби, відокремлення твердого насіння від стулок. Оптимальна вологість насіння – 12–14 %. При запізненні з збиранням боби розтріскуються, а вологість насіння зростає знов. Щоб прискорити досягання пізньостиглих сортів, а в холодні роки і середньостиглих, застосовують десиканти (Баста 14 % в.р. з нормою 2 л/га, Реглон – 2-3 л/га). Десикацію проводять також для підсушування насіння або при пізньому забур'яненні. Як правило посіви визрівають без використання десикантів. Для низьких втрат бобів важливо не перевищувати висоти зрізу більше ніж на 7–8 см від землі. При вищому зрізі

втрачаються нижні боби, що, як правило, є найурожайнішими. Тривале зберігання бобів сої можливе при їхній відносній вологості не вище за 11 % [9].

Продукти з сої. Свіжа соя містить отруйні білки, що нейтралізуються інтенсивним пропарюванням. В різних країнах світу із бобів сої виготовляють борошно, крупи, олію, молоко, печиво, хліб, цукерки, ковбасу, каву, шоколад, цілий ряд кулінарних страв. Велика роль сої у вирішенні проблеми білка в тваринництві [10].

### Список використаної літератури

1. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
2. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.
3. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І. та ін. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. Вісник аграрної науки. Київ, 2003. № 10. С. 15–19.
4. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю. Кам'янець-Подільський : ПП Мошак М. І., 2009. 208 с.
5. Огурцов Є. М. Соя у Східному Лісостепу України. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2008. 270 с.
6. Кнайп Р. Н. Элмор Р. В., Нельсон Л. А. Как улучшить выбор сои. Зерно. 2007. № 7. С. 38–43.
7. . Господаренко М. Г. Складові технології вирощування сої: навч. посіб. Умань: Сочінський М. М. [вид.], 2019. 205 с.
8. Бордаков П.В. Соя (*Glycine hispida* maxim): наукове видання. Х. : Харполіграф, 1930. 206 с.
9. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист: [монографія] / В. Ф. Петриченко, В. П. Патика, Л. А. Пасічник, Н. В. Житкевич, Г. Б. Гуляєва; ред.: В. Ф. Петриченко, В. П. Патика; НАН України, Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного, НААН України, Ін-т кормів та сіл. госп-ва Поділля, Ін-т фізіології рослин і генетики. Вінниця: Віндрук, 2016. 106 с
10. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К. : Аграр. наука, 1998. 271 с. ISBN 966-95490-6-X.

Валентина КРИЖАНІВСЬКА<sup>12</sup>,  
студентка 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## БІОЛОГІЯ РОЗВИТКУ ТА МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ АМЕРИКАНСЬКОГО БІЛОГО МЕТЕЛИКА (*HYPHANTRIA CUNEA* *DRURY*.)

**Анотація.** В даній статті висвітлено біологію розвитку та поширеність американського білого метелика (*Hyphantria cunea Drury*.) як карантинного шкідника. Американський білий метелик відомий як шкідник багатьох видів кущових та дерев'яних культур. Його походженням є Північна Америка, але він був завезений на інші континенти, де також завдає шкоди. В Україні цей метелик є обмежено поширеним шкідником, проте дані 2024 року свідчать про те, що площі його поширення зростають. Це викликає занепокоєння і вимагає активних і ефективних заходів протидії поширенню цього шкідника.

**Ключові слова:** карантинний шкідник, біологія розвитку, поширеність, сільське господарство, управління шкідниками, інвазивні види, екологічні ризики.

**Abstract.** This article highlights the developmental biology and prevalence of the American white butterfly (*Hyphantria cunea Drury*.) as a quarantine pest. The American white butterfly is known as a pest of many types of shrub and woody crops. Its origin is North America, but it has been introduced to other continents, where it also causes damage. In Ukraine, this butterfly is a limited pest, but data from 2024 indicate that its distribution areas are increasing. This is a concern and requires active and effective measures to counter the spread of this pest.

**Key words:** quarantine pest, developmental biology, prevalence, agriculture, pest management, invasive species, environmental risks.

**Вступ.** Пошкодження насаджень, спричинена гусеницями американського білого метелика, призводить до ослаблення і навіть загибелі окремих рослин, особливо при повторних пошкодженнях. Це впливає на зменшення їх захисних, декоративних та естетичних функцій, погіршує умови для фауни та скорочує рекреаційні площі. Гусениці також конкурують з тутовим шовкопрядом за їжу. Волоски метелика можуть викликати алергічні реакції у людини. Якщо площа листових пластинок у плодівих дерев зменшується на 50%, врожайність падає на 50-55%, а при знищенні 75% листя врожай практично відсутній [1].

---

<sup>12</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Американський білий метелик потрапив до Європи випадково разом із вантажем з Північної Америки у 1939-1940 роках, і перше його виявлення в Угорщині відбулося до 1948 року. Швидко адаптувавшись до нових умов, цей шкідник розповсюдився по всій території Угорщини. До 1952 року метелик проник в прикордонні райони

Закарпаття, де зайняв рівнинну частину області. У 1966 році американський білий метелик досяг Молдови і Одеської області в Україні. Поступово його поширення охопило також Грузію та ряд областей України, зокрема Херсонську, Миколаївську, Запорізьку, Донецьку області, а також Кримський півострів. На сьогоднішній день метелик розповсюджений не тільки в Європі та Азії, але й у Північній Америці [2].

**Виклад основного матеріалу.** Американський білий метелик (*Hyphantria cunea* Drury.) розмножується шляхом відкладання яєць, які мають важливу роль у його життєвому циклі. Самиця метелика відкладає яйця з нижньої сторони листя рослин, що забезпечує захист від хижаків і несприятливих погодних умов. Яйця мають округлу або овальну форму, що забезпечує їм компактне розміщення на листках (рис. 1). Колір яєць може варіюватися від жовтуватого до білого, що допомагає їм зливатися з поверхнею листя. Ембріональний розвиток триває кілька днів, і його тривалість залежить від температури навколишнього середовища. В тепліших умовах яйця розвиваються швидше, тоді як при низьких температурах інкубаційний період може бути довшим. Після завершення ембріонального розвитку з яєць відроджуються личинки, які починають активно живитися листям рослин, що призводить до значного пошкодження [5].

Одна самиця може відкласти від 300 до 500 яєць за один раз. Загальна плодючість самиці може варіюватися в межах від 300 до 2000 яєць протягом її життя. Така висока кількість яєць забезпечує значну кількість личинок, які можуть розвиватися і завдавати шкоди рослинам. Цей великий обсяг відкладання яєць є однією з причин швидкого розмноження метелика і його здатності до значного поширення.



Рис 1. Яйцекладка американського білого метелика

Личинка американського білого метелика проходить через кілька стадій розвитку, зазвичай п'ять, кожна з яких супроводжується процесом линяння. Линяння є критичним етапом у розвитку личинки, коли вона скидає старий

екзоскелет, щоб вирости і продовжити свій розвиток. На ранніх стадіях розвитку, личинки мають жовтуватий або зеленуватий колір з чорними крапками, що забезпечує певну маскувальність на листі, на якому вони живляться. Цей колір може змінюватися з ростом і розвитком личинки. По мірі зростання і переходу на наступні стадії, личинка линяє, а її зовнішній вигляд також змінюється [2].

Доросла личинка має більш виражене забарвлення: може бути біла або жовто-зелена з темними плямами. Ці плями надають личинці характерного вигляду, що допомагає їй маскуватися серед листя і уникати хижаків. Личинки активно живляться листям рослин, і внаслідок їхньої харчової діяльності часто спостерігається значне пошкодження рослин, яке призводить до дефоліації. Завершивши свою останню стадію, личинка переходить у стадію лялечки, де вона захищена в коконі з шовку і рослинних волокон (рис. 2). Під час цього періоду відбувається перетворення личинки в дорослого метелика. На стадії лялечки метелик має видовжено-яйцевидну форму, довжина лялечки коливається від 10 до 15 мм. Її забарвлення коричневе. Шви між сегментами черевця чітко помітні і обмежені характерними рядами грубих крапковидних ямок. Цей етап є важливим для завершення метаморфозу і перетворення гусениці в дорослого метелика.



*Рис 2. Гусінь американського білого метелика*

Процес перетворення з личинки в лялечку у американського білого метелика є важливим етапом у життєвому циклі метелика, відзначаючи перехід від личинкової стадії до дорослого метелика. Після завершення стадії личинки, яка включає кілька линянь і досягнення зрілого розміру, личинка підготовляється до перетворення в лялечку. На цьому етапі гусениця зазвичай шукає захищене місце на рослині або в її околицях, де вона може спокійно завершити свою трансформацію. Вона сплітає кокон з шовкових волокон, які виробляє її спеціальні залози. Кокон зазвичай складається з шовкових ниток, змішаних з частинками рослинних волокон, що надає йому міцність і захищає пупарію від зовнішніх небезпек [3].

Кокон, в якому відбувається стадія лялечки, має овальну або яйцеподібну форму. Він часто кріпиться до листя або стебел рослин, але може також бути прикріплений до інших об'єктів поблизу. Тривалість стадії лялечки може варіюватися, але зазвичай вона триває від двох до чотирьох тижнів. У цей



період всередині кокона відбувається метаморфоз – процес, під час якого личинка перетворюється в дорослого метелика. В процесі метаморфозу внутрішня будова тіла змінюється, відбувається формування крил, антен і інших частин дорослого метелика. Цей період є критичним для розвитку, оскільки всі органи і системи метелика формуються і готуються до функціонування у дорослому віці. Коли метелик досягає завершення стадії лялечки, він прориває кокон і виходить на поверхню, готовий до парування та подальшого розмноження.

Гусениці американського білого метелика виділяють павутину, якою спочатку обгортають 1-3 листки, а згодом – велику кількість листя. По мірі їхнього розвитку гніздо поступово розширюється, охоплюючи від верхівки до основи гілки, і може досягати довжини 1-1,5 метра. Гусениці першого та другого віків зішкрябують епідерміс з нижньої сторони листків. Гусениці третього віку, крім цього, проробляють невеликі отвори в листках. Для гусениць четвертого і п'ятого віків характерне грубіше об'їдання країв листових пластинок, тоді як особини шостого і сьомого віків можуть повністю знищити листки, залишаючи лише жилки. Шовковисті гнізда, які містять обплетені листки, дуже помітні (див. рис. 3). На плодовому дереві середнього розміру 6-8 таких гнізд можуть повністю знищити все листя. Це призводить до швидкої дефоліації як лісових, так і плодкових дерев.



*Рис 3. Павутина американського білого метелика*

Імаго американського білого метелика (*Huphantria cunea* Drury.) мають характерний вигляд, який відрізняє їх від інших видів. Тіло дорослої особини біле, що створює контраст з чорними плямами, які розташовані на її крилах (рис. 4).

Ці плями зазвичай мають різну форму і розташування, що надає метелику помітного вигляду і допомагає йому впізнаватися серед інших видів метеликів. Розмах крил дорослого метелика варіюється від приблизно 4 до 5 см. Крила мають овальну форму і добре розвинуті для забезпечення ефективного польоту.

Під час польоту метелик може демонструвати своєрідний малюнок на крилах, який стає більш виразним завдяки контрасту між білим фоном і чорними плямами.



*Рис 4. Імаго американського білого метелика*

Активність спарування є важливою частиною життя дорослих метеликів і відіграє ключову роль у розповсюдженні виду. Спарування зазвичай відбувається вночі або на ранкових годинах, коли метелики шукають партнерів для розмноження. Після парування самка відкладає яйця на нижню частину листа рослини, що забезпечує початок нового покоління і сприяє продовженню життя виду. Дорослі метелики активно літають у пошуках їжі і партнерів для розмноження. Вони можуть переміщатися на великі відстані, що сприяє їх розповсюдженню і колонізації нових територій. Ця здатність до розповсюдження є однією з причин, чому американський білий метелик може швидко і ефективно заселяти нові райони, де його популяція може зростати і завдавати шкоди рослинності.

Личинки американського білого метелика є шкідливими фітофагами, тобто споживачами рослинної їжі. Вони живляться листям широкого спектру рослин, включаючи дерева, кущі та декоративні культури. Основні види рослин, які є джерелом їжі для личинок, включають яблуні, груші, сливи, дуби, липи, клени та різні види вічнозелених рослин. Личинки також можуть жити на листях декоративних рослин, таких як барбарис і гортензія. Їхнє харчування має значний вплив на рослинність. Внаслідок інтенсивного поїдання листя рослин, личинки можуть викликати серйозне пошкодження і навіть дефоліацію рослин. Це не лише знижує естетичну цінність декоративних культур, але й може призвести до ослаблення дерев і кущів, що робить їх більш вразливими до інших шкідників і хвороб. На плодovitих деревах зменшення площі листя може суттєво знизити урожайність. У лісових масивах дефоліація може негативно вплинути на екосистеми, скорочуючи ресурси для інших організмів і знижуючи біорізноманіття.

Пошкодження рослин американським білим метеликом впливає і на загальний екологічний баланс. Рослинність виконує важливу роль у підтримці екосистемних функцій, таких як очищення повітря і води, а також підтримка місць існування для різних видів тварин. Внаслідок значного скорочення листяного покриву погіршуються умови для фауни, оскільки зменшується доступна їжа і укриття для багатьох видів [6]. Це може призвести до зниження біорізноманіття в уражених районах і змінити структуру локальних екосистем. Гусениці американського білого метелика також конкурують з тутовим шовкопрядом (*Bombyxmori*) за ресурси. Тутовий шовкопряд є

важливим економічним видом для виробництва шовку, і конкуренція за їжу може негативно вплинути на його популяцію. Зниження кількості їжі для тутового шовкопряда через активне поїдання листя гусеницями американського білого метелика може зменшити виробничі можливості та негативно вплинути на економічні аспекти, пов'язані з шовківництвом [7].

Окрім цього, волоски на тілі гусениць американського білого метелика можуть бути причиною алергічних реакцій у людини. Контакт з волосками може викликати свербіж, висипання або інші симптоми алергії, що особливо небезпечно для людей, чутливих до алергенів. Це додає ще один рівень негативного впливу на здоров'я людей, які мають безпосередній контакт з рослинами, ураженими гусеницями.

Американський білий метелик (*Hyphantria cunea* Drury.) має значний вплив на сільське господарство, особливо на плодові дерева. Основним джерелом шкоди є пошкодження рослин, що викликана живленням гусениць на листі дерев. Коли площа листя на плодкових деревах зменшується на 50%, спостерігається значне зниження урожайності – приблизно на 50-55%. Це відбувається через те, що листя є основним органом фотосинтезу, який забезпечує виробництво органічних речовин, необхідних для росту та розвитку плодів [4]. Без достатньої кількості листя дерева не можуть підтримувати належний рівень фотосинтезу, що безпосередньо впливає на кількість і якість врожаю. Якщо дефоліація досягає 75% від загальної площі листя, урожайність на плодкових деревах практично зникає.

Регулярний моніторинг є основою для ефективного контролю за популяцією американського білого метелика. Це передбачає систематичне спостереження за станом рослин, виявленням гусениць, коконів та дорослих метеликів. Використання феромонних пасток для відлову дорослих особин і визначення їхньої чисельності дозволяє своєчасно виявляти пік активності метелика та прогнозувати можливі епідемії. Інші методи моніторингу можуть включати візуальні огляди рослинності і використання біологічних індикаторів. Біологічні методи боротьби використовують природних ворогів і паразитів американського білого метелика для контролю його популяції. Це може включати введення природних хижаків, таких як певні види жуків і паразитичних ос, які спеціалізуються на поїданні гусениць або яєць метелика. Використання біологічних препаратів, таких як спори бактерій *Bacillus thuringiensis*, які специфічні для гусениць, може також бути ефективним. Цей підхід знижує необхідність застосування хімічних пестицидів і зменшує негативний вплив на екосистему. Хімічні методи включають застосування пестицидів для знищення гусениць, яєць і дорослих метеликів. Вибір пестицидів має бути обґрунтованим і включати безпечні для навколишнього середовища і ефективні препарати. Важливо проводити обробку в оптимальні періоди, коли гусениці і яйця найбільш вразливі до дії пестицидів. Для зменшення ризику розвитку резистентності у метелика до пестицидів, слід чергувати різні групи препаратів і застосовувати інтегровані підходи [7].

**Висновок.** Американський білий метелик (*Hlyphantria cunea* Drury.) зустрічається не лише в Північній Америці, а й у Європі, великих районах субтропічного світу, а також в Україні. В Україні цей метелик є поки що обмежено поширеним шкідником. Проте, згідно з даними 2024 року, площі поширення фітофага зростають, що вимагає активного і ефективного протидії розповсюдженню даного шкідника.

### Список використаної літератури

1. *Hlyphantria cunea*, Distribution details in Ukraine. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/HYPHCU/distribution/UA> (дата звернення: 28.08.2024).
2. Рудська Н.О., Пінчук Н.В., Ватаманюк О.В. Лісова ентомологія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця : ТОВ «Твори», 2020. 289 с.
3. Schowalter T. D. Ring D. R. Biology and Management of the Fall Webworm, *Hlyphantria cunea* (Lepidoptera: Erebidae) Journal of Integrated Pest Management, Volume 8, Issue 1, 1 January 2017 <https://doi.org/10.1093/jipm/pmw019>
4. Sourakov A., Paris T. Fall. Webworm, *Hlyphantriacunea* (Drury.) (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae: Arctiinae). URL: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN87800.pdf> (дата звернення: 28.08.2024).
5. Американський білий метелик URL: <https://consumerhm.gov.ua/1317-amerikanskij-bilij-metelik> (дата звернення: 28.08.2024).
6. Мринський І.М., Урсал В.В., Забродіна І.В., Романов О.В., Воєводін В.В.; Шкідники плодів культур: навч. посіб. Київ: ТОВ Інтерконтиненталь, 2019. 728 с.
7. Шкода американського білого метелика. URL: <http://polissia.net/?p=17541> (дата звернення: 28.08.2024).

**Вікторія ПРОТАСОВА<sup>13</sup>,**  
студентка 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КОМАХ-ШКІДНИКІВ ДО ІНСЕКТИЦИДІВ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

**Анотація.** У статті досліджується резистентність комах-шкідників до інсектицидів у польових умовах. Розглянуто основні методи виявлення та оцінки рівня резистентності шкідників, зокрема використання біотестів та молекулярних методів. Представлено результати моніторингу резистентності основних видів шкідників, які спричиняють значні втрати

<sup>13</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

врожая сільськогосподарських культур. Особлива увага приділена динаміці розвитку резистентності та чинникам, що впливають на її поширення, зокрема інтенсивності використання хімічних засобів захисту. Запропоновано рекомендації щодо управління резистентністю, включаючи ротацію інсектицидів, інтегровану систему захисту рослин та використання альтернативних методів боротьби з шкідниками.

**Ключові слова:** резистентність, комахи-шкідники, інсектициди, польові умови, біотести, моніторинг, управління резистентністю, інтегрований захист рослин, ротація інсектицидів, альтернативні методи боротьби.

**Annotation.** The article examines the resistance of insect pests to insecticides in the field. The main methods of detecting and assessing the level of pest resistance are considered, in particular, the use of bioassays and molecular methods. The results of monitoring the resistance of the main types of pests that cause significant crop yield losses are presented. Special attention is paid to the dynamics of the development of resistance and the factors affecting its spread, in particular the intensity of use of chemical means of protection. Recommendations for resistance management are proposed, including insecticide rotation, integrated pest management, and the use of alternative pest management methods.

**Keywords:** resistance, insectpests, insecticides, fieldconditions, bioassays, monitoring, resistancemanagement, integratedplantprotection, insecticiderotation, alternativecontrolmethods.

**Вступ.** Резистентність комах-шкідників до інсектицидів є серйозною проблемою для сучасного сільського господарства, що призводить до зниження ефективності хімічних засобів захисту рослин та збільшення економічних втрат.

Постійне застосування інсектицидів створює селекційний тиск, що сприяє виникненню стійких популяцій шкідників, що ускладнює боротьбу з ними та негативно впливає на екосистеми. Для управління резистентністю необхідні дослідження механізмів її розвитку, моніторинг стійкості в польових умовах та впровадження інтегрованих підходів до захисту рослин.

**Виклад основного матеріалу.** Резистентність комах-шкідників до інсектицидів—це здатність окремих особин у популяціях комах витримувати вплив інсектицидів, які раніше ефективно контролювали їх чисельність. Ця стійкість розвивається внаслідок генетичних змін, що передаються від одного покоління до іншого, і проявляється як результат постійного селекційного тиску з боку інсектицидів [7]. Поява резистентності ускладнює боротьбу з шкідниками, оскільки традиційні хімічні засоби захисту втрачають свою ефективність, що призводить до необхідності використання більш агресивних речовин або збільшення доз препаратів, підвищуючи ризик для довкілля та здоров'я людей.

У польових умовах спостерігається резистентність у багатьох видів комах-шкідників, які завдають значної шкоди сільськогосподарським культурам.

Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata*) є одним із найагресивніших шкідників картоплі, а також інших пасльонових культур (рис. 1). Цей шкідник відомий своєю високою здатністю до розвитку резистентності, що ускладнює ефективний контроль його чисельності в польових умовах. Основною причиною цього є швидке розмноження колорадського жука та його висока генетична варіативність, що дозволяє йому пристосовуватися до різноманітних хімічних засобів захисту. Колорадський жук демонструє стійкість до різних груп інсектицидів, таких як піретроїди, неонікотиноїди та карбамати, які традиційно використовуються для його контролю. Наприклад, його стійкість до неонікотиноїдів, зокрема до імідаклоприду, виявлена в багатьох регіонах, де інтенсивно вирощується картопля. Стійкість до цих препаратів зумовлена генетичними змінами в популяції жука, які виникають внаслідок постійного селекційного тиску інсектицидів. З кожним поколінням стійкі особини виживають та передають свою стійкість наступним поколінням, що призводить до швидкого зростання резистентності у популяції.

У польових умовах колорадський жук не лише виживає при обробці інсектицидами, але й демонструє стійкість до нових препаратів за відносно короткий час після їхнього впровадження.



Рис 1. Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata*)

Кукурудзяний стебловий метелик (*Pyrausta nubilalis* Hb.) є одним із найбільш значущих шкідників кукурудзи, поширеним у багатьох регіонах, де вирощують цю культуру (див. рис. 2). Цей шкідник завдає значної шкоди рослинам, проникаючи в стебла, качани та листя, що призводить до зниження врожайності, погіршення якості зерна та підвищення ризику зараження рослин грибковими інфекціями[4]. Метелик особливо небезпечний тим, що у польових умовах швидко розвиває резистентність до різних груп інсектицидів, зокрема до піретроїдів та біотехнологічних препаратів на основі бактерії *Bacillus thuringiensis* (Bt-препаратів). Резистентність кукурудзяного стеблового метелика до піретроїдів пов'язана з мутаціями у ферментативних системах комахи, що призводять до зниження чутливості нервової системи до дії інсектицидів. Це суттєво знижує ефективність обробок, змушуючи аграріїв застосовувати

інсектициди у більших дозах або шукати інші методи боротьби. Розвиток стійкості до Bt-препаратів відбувається через генетичні зміни у шкідника, які призводять до зміни білкових рецепторів в кишечнику метелика, що робить токсини *Bacillus thuringiensis* менш ефективними. Це особливо проблематично, оскільки Bt-препарати вважаються одним з найбільш екологічно безпечних методів контролю шкідників.



**Рис 2. Кукурудзяний стебловий метелик (*Pyrausta nubilalis* Hb.)**

1 - стебловий, або кукурудзяний метелик (*Pyrausta nubilalis* Hb.), самець і самиця, 1а - гусениця, 1б - дірчасте виїдання листка гусеницями 1-го віку, 1в - волоть кукурудзи, обламана внаслідок пошкодження стебла гусинецею, 1г - пошкоджений гусеницями качан кукурудзи, 1д - гусениця під час зимівлі в стерні, 1е - лялечка, 1ж - кладка яєць.

Зернова міль (*Sitotroga cerealella* Oliv.) є одним із основних шкідників зернових культур, зокрема пшениці, кукурудзи, рису та ячменю (рис. 3). Цей шкідник завдає значних економічних збитків на всіх етапах виробництва, починаючи від зберігання зерна у полі до його обробки та зберігання на елеваторах. Основна шкода завдається личинками, які проникають всередину зернин, харчуючись їх вмістом, що призводить до зниження якості та кількості врожаю. Окрім прямої шкоди, міль сприяє розвитку вторинних інфекцій та зараженню зерна токсичними грибами [5]. У польових умовах зернова міль швидко розвиває резистентність до основних груп інсектицидів, зокрема фосфорорганічних сполук і піретроїдів, що значно ускладнює її контроль. Стійкість до фосфорорганічних препаратів пов'язана з адаптивними змінами в ензимних системах комахи, які нейтралізують дію інсектицидів, а також із підвищенням здатності до детоксикації шкідливих речовин. Піретроїди, які часто використовуються для контролю шкідників через їхню високу ефективність та безпечність, також втрачають свою дієвість через зміни в нервовій системі міль, що знижують її чутливість до цих хімічних речовин. Здатність зернової молі швидко розвивати резистентність обумовлена її коротким життєвим циклом, високою плодючістю та здатністю до швидкої

адаптації в різних умовах, включаючи змінні кліматичні умови та вплив хімічних обробок. У польових умовах шкідник може розмножуватися кілька разів на рік, що сприяє швидкому накопиченню резистентних особин у популяції. Окрім того, міль здатна виживати у сховищах зерна, де боротьба з нею ускладнюється через обмеження на застосування хімічних засобів захисту в харчових продуктах.



*Рис 3. Зернова міль (Sitotroga cerealella Oliv.)*

Динаміка розвитку резистентності залежить від багатьох факторів, серед яких ключовим є інтенсивність та частота використання хімічних засобів захисту. Постійне застосування інсектицидів одного типу підвищує селекційний тиск на популяції шкідників, що призводить до швидкого накопичення резистентних особин. У польових умовах це може проявлятися через поступове зменшення ефективності хімічних препаратів, які раніше були ефективними [1]. Чинники, що впливають на поширення резистентності:

1. Часте і регулярне застосування одного типу інсектицидів створює умови для відбору резистентних особин. Наприклад, якщо піретроїди або неонікотиніоїди використовуються без перерв, комахи з мутаціями, які роблять їх менш чутливими до цих препаратів, мають більше шансів на виживання і розмноження.

2. Вирощування однієї культури на великих площах (монокультура) може сприяти накопиченню шкідників і збільшенню тиску на популяцію комах. Це, в свою чергу, підвищує ризик розвитку резистентності. Неправильні агрономічні практики, такі як нерегулярний збір урожаю або недостатня обробка, також можуть посилювати проблему.

3. Використання одних і тих же інсектицидів без зміни хімічних груп зменшує ефективність захисту. Ротація інсектицидів, що мають різні механізми дії, допомагає уповільнити розвиток резистентності.

4. Висока генетична варіативність у популяціях шкідників дозволяє швидко розвивати резистентність. Комахи з природно стійкими характеристиками мають більше шансів на виживання при обробці інсектицидами, що посилює проблему.

5. Зміни в екологічних та кліматичних умовах можуть впливати на швидкість розвитку резистентності. Наприклад, тепліші температури можуть



прискорювати життєвий цикл шкідників і, відповідно, збільшувати частоту появи резистентних особин.

6. Міграція комах між різними територіями також може сприяти поширенню резистентності. Резистентні особини можуть проникати в нові регіони, де їхні генетичні властивості швидко адаптуються до нових умов.

Для ефективного контролю резистентності комах-шкідників до інсектицидів важливо впроваджувати комплексні, інтегровані підходи, які поєднують хімічні, біологічні та агротехнічні методи [2].

Ротація інсектицидів є ключовою стратегією в управлінні резистентністю комах-шкідників, що передбачає використання інсектицидів з різними механізмами дії та чергування препаратів з різних хімічних груп. Це підходить для запобігання розвитку стійкості у шкідників, оскільки кожен тип інсектициду впливає на комах за різними біохімічними шляхами. Наприклад, неонікотиноїди діють на нервову систему комах, блокуючи передачу нервових імпульсів, тоді як піретроїди змінюють функцію іонних каналів, що призводить до паралічу. Чергування інсектицидів з різними механізмами дії зменшує ймовірність того, що шкідники вироблять стійкість до певної діючої речовини, оскільки кожен новий препарат атакує комаху іншим способом. Це значно ускладнює адаптацію шкідників, оскільки для розвитку резистентності їм потрібно одночасно набути кілька різних генетичних змін, що мало ймовірно в короткий проміжок часу [6].

Ротація інсектицидів дозволяє уникнути надмірного селекційного тиску на популяцію шкідників одним типом інсектициду, що уповільнює процес відбору резистентних особин. Наприклад, якщо на початку сезону застосовуються піретроїди, а потім неонікотиноїди, шкідники, які вижили після першої обробки, можуть бути ефективно знищені іншою групою інсектицидів, що значно знижує загальну чисельність резистентних особин у популяції.

Суворе дотримання інструкцій щодо дозування та частоти обробок дозволяє підтримувати оптимальний рівень захисту культур, мінімізуючи при цьому ймовірність розвитку резистентності. Також важливо враховувати сезонність і біологічні особливості шкідників, щоб застосування інсектицидів було максимально ефективним і відповідало періодам активності шкідників. Ці заходи допомагають зберегти ефективність існуючих інсектицидів, уповільнити процес розвитку стійкості у шкідників і забезпечити стабільний контроль за їх чисельністю в польових умовах.

Сівозміна є одним з основних агрономічних методів контролю шкідників. Зміна культур на одному полі з року в рік не дозволяє шкідникам постійно харчуватися тією ж рослиною, на якій вони спеціалізуються, що знижує їх чисельність і вплив на врожай. Наприклад, кукурудзяний стебловий метелик, який живиться кукурудзою, значно зменшує свою чисельність, якщо наступного року на полі буде вирощуватися інша культура, така як соя або пшениця. Це порушує цикл розвитку шкідника і знижує його можливості для подальшого розмноження. Ефективна сівозміна також допомагає зменшити

захворювання рослин та покращити якість ґрунту, що позитивно впливає на загальний стан посівів [3].

Механічний контроль включає своєчасний збір і видалення залишків врожаю з поля, що значно знижує чисельність шкідників, які можуть перезимувати у залишках рослин. Після збирання врожаю на полях часто залишаються рослинні залишки, що можуть слугувати укриттям для личинок, лялечок та дорослих особин шкідників. Наприклад, залишки стебел кукурудзи можуть стати місцем зимівлі кукурудзяного метелика, а залишки картоплі можуть сприяти виживанню колорадського жука. Видалення або глибоке загортання таких залишків за допомогою культивації зменшує кількість шкідників, які можуть успішно перезимувати та розмножуватися наступного сезону.

Глибока оранка є ще одним ефективним методом механічного контролю шкідників. Цей агрономічний захід полягає у глибокому перекопуванні ґрунту, що дозволяє знищувати личинки і лялечки комах, які знаходяться у ґрунті. Глибока оранка значно ускладнює виживання комах, оскільки вони стають більш уразливими до погодних умов, хижаків та паразитів. Наприклад, при глибокій оранці личинки колорадського жука або кукурудзяного метелика, які знаходяться на зимівлі, можуть бути переміщені на глибину, де вони гинуть через низьку температуру або нестачу кисню. Такий метод особливо ефективний проти шкідників, які мають стадії розвитку в ґрунті, допомагаючи знизити їхню чисельність без застосування хімічних засобів.

**Висновки.** Дослідження показують, що резистентність комах-шкідників до інсектицидів у польових умовах значно ускладнює контроль шкідників, знижуючи ефективність хімічних засобів. Основними причинами розвитку стійкості є часте застосування інсектицидів одного типу та неправильне дозування. Для ефективного контролю важливо впроваджувати ротацію інсектицидів, біологічні методи, агрономічні заходи та постійний моніторинг, що допоможе зменшити резистентність і зберегти ефективність захисних стратегій.

### Список використаної літератури

1. Білецький Є.М. Теорія і технологія багаторічного прогнозу в захисті рослин. *Науковий вісник* №3 (29), серія «Аграрні науки». К., 2015. С. 57–70.
2. Лютко Л.М. Особливості дії та післядії інсектицидів на комах фітофагів. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ. 2011. Вип. 132. С. 46-123.
3. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pest in corn crops. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 143–165.
4. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексеєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Монографія. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с.

5. Федоренко В.П., Марков І.Л., Мордерер Є.Ю. Стратегія і тактика захисту рослин: [монографія]. (Серія «Інтенсивне землеробство»). Т. 1; під ред. акад. НААН України В.П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2012. 500 с.

6. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.

7. Федоренко В.П. Шкідники сільськогосподарських рослин. Київ, 2018. 355 с.

**Віталій РУДНЄВ<sup>14</sup>,**  
студент 2 курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЕВОЛЮЦІЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КОМАХ-ШКІДНИКІВ ДО ПЕСТИЦИДІВ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

***Анотація.** В даній статті висвітлено, що пестициди є «наріжним каменем» сучасного сільського господарства, допомагаючи захистити сільськогосподарські культури від комах-шкідників і водночас сприяючи продовольчій безпеці. Наведено, що ефективність пестицидів стає все більш загрозливою через еволюцію резистентності в популяціях комах. Охарактеризовано, що це явище, коли комахи розвивають здатність виживати під впливом речовин, призначених для їх знищення і воно становить серйозну проблему для сталого сільського господарства та боротьби зі шкідниками. Наголошено на тому, що розвиток стійкості до пестицидів є прикладом швидкої сучасної еволюції, яка створює величезні виклики для сільського господарства. В даній статті вивчається еволюція резистентності комах-шкідників до пестицидів та вказано сучасні тенденції та перспективи.*

***Ключові слова:** пестициди; комахи-шкідники; еволюція резистентності; сільськогосподарські культури; стале сільське господарство.*

***Annotation.** This article highlights that pesticides are the «cornerstone» of modern agriculture, helping to protect crops from insect pests while contributing to food security. It is stated that the effectiveness of pesticides is becoming increasingly threatened due to the evolution of resistance in insect populations. It has been characterized as a phenomenon where insects develop the ability to survive exposure to substances intended to destroy them and poses a serious challenge to sustainable agriculture and pest control. It is emphasized that the development of resistance to pesticides is an example of rapid modern evolution, which creates enormous*

---

<sup>14</sup>Науковий керівник: Рудська Н. О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

*challenges for agriculture. This article studies the evolution of resistance of insect pests to pesticides and indicates current trends and perspectives.*

**Keywords:** *pesticides; insect pests; evolution of resistance; agricultural crops; sustainable agriculture.*

**Вступ.** Варто зазначити, що стійкість комах-шкідників створює величезні виклики для глобального сільського господарства та є яскравим прикладом швидкої еволюції, котра є спричиненою діяльністю людини. Відповідно така резистентність в свою чергу була визначена як «генетично обумовлене зниження сприйнятливості популяції до токсину, викликане впливом цієї популяції на токсин у польових умовах». Це часто відбувається незабаром після введення нової синтетичної сполуки через сильний спрямований відбір, який застосування пестицидів чинить на комах-шкідників. Комахи-шкідники розвивають стійкість до наших пестицидів із загрозливою швидкістю. Проте еволюційна теорія говорить нам, як аграрії можуть сповільнити швидкість поширення генів стійкості до пестицидів.

**Метою** цієї статті є вивчення еволюції резистентності комах-шкідників до пестицидів та вказано сучасні тенденції та перспективи.

**Виклад основного матеріалу.** Широке використання пестицидів у сільськогосподарському виробництві започаткувало масштабний експеримент із мікроеволюції у глобальному масштабі і створило екосистеми, які можуть бути чудовими об'єктами для еволюційного та еко- еволюційного дослідження. Однак водночас це створило більш складні умови для керування через еволюцію опору.

Необхідно врахувати те, що кількість задокументованих випадків стійкості комах-шкідників до пестицидів різко зросла за останні кілька десятиліть. Такі комахи, як колорадський жук, совка бавовникова та діамантова міль виробили стійкість до багатьох класів інсектицидів, а також пестицидів включаючи органофосфати, карбамати, піретроїди та неонікотиноїди. Ця тенденція особливо занепокоєна у великих сільськогосподарських регіонах, де велика залежність від хімічних методів боротьби. Важливо зазначити, що тривожною тенденцією є розвиток перехресної резистентності, коли єдиний механізм резистентності забезпечує захист від багатьох пестицидів, навіть тих, що мають різні механізми дії. Крім того, деякі популяції комах-шкідників виявляють множинну резистентність, коли різні механізми резистентності діють одночасно, що робить контроль ще більш складним. Наприклад, діамантова міль виробила стійкість до кількох класів пестицидів, що робить багато традиційних методів боротьби зі шкідниками неефективними.

Географічне поширення популяцій стійких комах-шкідників є ще однією тривожною тенденцією. Як відомо глобальна торгівля та зміна клімату сприяють поширенню стійких комах-шкідників у регіонах і навіть континентах. Міграція стійких комах може призвести до швидкого створення стійких популяцій на нових територіях, ускладнюючи місцеві стратегії боротьби зі шкідниками.

Розвиток стійкості комах-шкідників до пестицидів безпосередньо впливає на врожайність і вартість сільськогосподарського виробництва. Фермери змушені застосовувати більш високі дози пестицидів або переходити на більш дорогі та потенційно більш шкідливі хімікати для того, щоб досягти того самого рівня боротьби зі шкідниками. Відповідно це не тільки збільшує витрати на виробництво, але й створює ризик для здоров'я людини, нецільових організмів і навколишнього середовища [1].

Стійкість комах-шкідників до пестицидів може розвиватися за допомогою різних механізмів, часто включаючи генетичні зміни, які надають перевагу виживанню в присутності пестициду. Основні механізми включають:

- Метаболічна резистентність – вона виникає, коли комахи-шкідники розвивають здатність розщеплювати або детоксикувати пестициди до того, як вони досягнуть цільових місць у тілі комахи. Це часто досягається через надмірне виробництво ферментів, таких як цитохром P450 монооксигенази, естерази та глутатіон S-трансферази. Ці ферменти метаболізують пестицид у менш токсичні форми, що дозволяє кохам-шкідникам вижити.

- Стійкість до мішені – включає мутації в генах, що кодують білки, на які спрямовані пестициди. Ці мутації зменшують здатність пестициду зв'язуватися з цільовим елементом, роблячи його менш ефективним або зовсім неефективним. Наприклад, мутації у ферменті ацетилхолінестерази можуть надати стійкість до органофосфатних і карбаматних інсектицидів.

- Стійкість до поведінки – виникає, коли комахи-шкідники змінюють свою поведінку для того, щоб уникнути контакту з пестицидами. Це може включати зміни в схемах годування, наприклад, уникнення оброблених ділянок або зміна часу активності, коли рівень пестицидів нижчий. Поведінкова резистентність може значно знизити ефективність пестицидів, навіть якщо комаха є фізіологічно чутливою.

- Зменшення проникнення. Доцільно відзначити те, що деякі комахи-шкідники розвивають резистентність, зменшуючи проникнення пестицидів через кутикулу (зовнішній шар). Зміни в складі або товщині кутикули можуть уповільнити або запобігти поглинанню пестицидів, дозволяючи кохам-шкідникам вижити під впливом.

- Ампліфікація гена – це генетичний механізм, за якого утворюється кілька копій гена, що призводить до надмірної експресії білків, пов'язаних із резистентністю. Це може підвищити здатність комах детоксикувати пестициди або відновлювати пошкодження, котрі спричинені впливом [2].

Враховуючи зростання поширеності стійкості до пестицидів, розробка та впровадження ефективних стратегій управління має вирішальне значення для сталого сільського господарства. Деякі з ключових підходів включають в себе наступні чинники:

- Інтегрована боротьба з кохам-шкідниками – це цілісний підхід, який поєднує біологічні, культуральні, механічні та хімічні методи боротьби з популяціями шкідників. Зменшуючи залежність від хімічних пестицидів і використовуючи їх більш розумно, інтегрована боротьба зі шкідниками може

допомогти уповільнити еволюцію стійкості. Такі методи, як сівозміна, використання стійких сортів сільськогосподарських культур і агенти біологічного контролю (наприклад, хижаки, паразити) є важливими компонентами інтегрованої боротьби зі шкідниками.

- Чергування пестицидів з різними способами дії є загальною стратегією боротьби зі стійкістю. Піддаючи популяції комах-шкідників впливу різних типів пестицидів, тиск селекції для будь-якого механізму стійкості зменшується. Цей підхід може затримати розвиток резистентності, але він в свою чергу вимагає ретельного планування та знання профілів резистентності цільових популяцій комах-шкідників.

- Відкриття та розробка нових пестицидів з новими способами дії мають вирішальне значення для управління стійкістю. Як відомо, досягнення в галузі біотехнології та геноміки пропонують потенціал для розробки більш цілеспрямованих та екологічно чистих пестицидів, які менш схильні до стійкості. Однак процес розробки є дорогим і трудомістким, і з часом нові продукти все ще можуть зіткнутися з проблемами опору комах-шкідників на пестициди.

- Біологічний контроль передбачає використання природних хижаків, а також паразитів або патогенів для зменшення популяції комах-шкідників. Цей підхід може бути особливо ефективним у програмах інтегрованої боротьби зі шкідниками і може зменшити потребу в хімічних пестицидах. Наприклад, використання грам-позитивної ґрунтової бактерії роду *Bacillus* – *Bacillus thuringiensis* (Bt), саме цієї бактерії, яка виробляє інсектицидні білки, широко поширене в боротьбі з певними шкідниками. Однак також повідомлялося про стійкість комах-шкідників до даного виду бактерії, що підкреслює необхідність ретельного лікування та моніторингу.

- Досягнення генетичних та геномних технологій пропонують нові шляхи управління стійкістю комах. Такі методи, як редагування генів (наприклад, CRISPR-Cas9), можна використовувати для створення стійких сортів сільськогосподарських культур або для безпосереднього націлювання та модифікації геномів популяцій комах-шкідників. Варто зазначити те, що генні стимули, які сприяють поширенню специфічних генетичних ознак у популяціях є ще одним багатообіцяючим, але в той же час суперечливим інструментом контролю резистентності.

- Моніторинг і раннє виявлення. Слід вказати на те, що моніторинг популяцій комах-шкідників на ранні ознаки стійкості є важливим для ефективного управління. Інструменти молекулярної діагностики можуть виявити алелі стійкості в популяціях комах-шкідників до того, як резистентність стане широко поширеною, що дозволяє вчасно втручатися. Регулярний моніторинг допомагає приймати інформовані рішення та дає змогу реалізувати стратегії управління резистентністю до того, як проблема загостриться [3].

Повторне використання того самого класу пестицидів для боротьби з комахами-шкідниками може спричинити небажані зміни в генофонді цих

шкідників, що призведе до іншої форми штучного відбору, стійкості до пестицидів. Коли пестицид використовується вперше, то невелика частка популяції шкідників може вижити під впливом матеріалу через їх чітку генетичну структуру. Відповідно ці комахи-шкідники передають наступним поколінням гени стійкості. Подальше використання пестициду збільшує частку менш сприйнятливих комах-шкідників у популяції. Завдяки цьому процесу відбору популяція поступово розвиває стійкість до пестициду. У всьому світі більше 500 видів комах-шкідників, кліщів і павуків розвинули певний рівень стійкості до пестицидів. Двуп'ятнистий павутинний кліщ є шкідником більшості плодових культур і відомий тим, що швидко розвиває стійкість до пестицидів. Деякі патогени рослин також стали стійкими до пестицидів. Аграрії, котрі вирощують фрукти зіткнулися з найбільшою проблемою стійкості до пестицидів. Приклади включають стійкість до стрептоміцину у бактерій, що викликають вогнище, і до беномілу у збудників парші яблуні. Хоча точні генетичні та екологічні фактори різняться для комах-шкідників, які стали стійкими, у всіх випадках резистентність обумовлена одним процесом – відбором. Відбір на стійкість може відбуватися, якщо невелика частка популяції комах-шкідників здатна пережити обробку пестицидом. Відповідно ці рідкісні стійкі шкідники можуть розмножуватися і передавати свою стійкість нащадкам. Якщо проти цієї популяції неодноразово використовувати пестицид з однаковим механізмом дії, виживе ще більша частка. Зрештою, в перспективі ефективний продукт більше не контролює резистентну популяцію [4].

Потрібно взяти до уваги те, що одноетапна стійкість до пестицидів виникає раптово на фермерському господарстві. Окремий ген або фізіологічна функція змінюється так, що комахи-шкідники стають дуже стійкою до пестициду. Лише за одне або два розпилення пестициду популяція переходить від переважно чутливих до переважно стійких особин. Це процес, завдяки якому популяції стійких до стрептоміцину бактерій опіку та беномілу стійких бактерій яблуневої парші швидко розвивалися в комерційних фруктових садах. Стійкість до багатоступінчастих пестицидів виникає повільно на плантації протягом багатьох років. Замість того, щоб мати окремі групи чутливих і стійких індивідуумів, популяція складається з індивідуумів із різним діапазоном чутливості до пестициду. З кожним застосуванням пестицидів комахи-шкідники з більш стійкого кінця спектру виживають і розмножуються. З роками частка населення, яка може вижити після обприскування пестицидами, зростає, доки цей пестицид зрештою не стає неефективним. Цей процес триває в яблуневих садах, де інгібітори стеролу широко використовуються для боротьби з паршею. Зсув у бік опору призводить до поступового розмивання контролю. Аграрії можуть допомогти затримати розвиток резистентності, застосовуючи пестициди лише тоді, коли вони необхідні, чергуючи різні хімічні класи та використовуючи дози пестицидів у межах діапазону, зазначеного на етикетці. Інтеграція нехімічних підходів, таких як порушення спаровування феромонами та культуральний контроль, також може допомогти відтермінувати стійкість. Розвиток стійкості комах-шкідників

до пестицидів є складним процесом, що формується різними факторами. Розуміння особливостей цієї еволюції має вирішальне значення для розробки ефективних стратегій боротьби зі шкідниками. Нижче наведено деякі ключові особливості еволюції стійкості комах-шкідників до пестицидів [5]:

#### 1. Швидка адаптація та генетична гнучкість

- Високі показники розмноження: багато комах-шкідників мають короткий життєвий цикл і високі показники розмноження, що дозволяє швидко змінювати популяції. Цей високий репродуктивний потенціал прискорює процес природного відбору, коли стійкі особини можуть швидко стати домінуючими в популяції.

- Генетична мінливість: популяції комах-шкідників часто мають значне генетичне різноманіття, що забезпечує широкий пул алелів, які можуть надавати стійкість. Мутації, які забезпечують виживання в присутності пестицидів, можуть швидко поширюватися серед популяції.

#### 2. Множинні механізми резистентності:

- Стійкість до метаболізму: комахи можуть виробляти ферменти, які детоксикують або розщеплюють пестициди до того, як вони досягнуть цільових місць. Згодом ці метаболічні шляхи можуть стати більш ефективними, дозволяючи кохам виживати після більших доз пестицидів.

- Стійкість до цільових ділянок: зміни або мутації в специфічних білках або ферментах, на які впливають пестициди, можуть зробити хімікати неефективними. Наприклад, мутація ферменту ацетилхолінестерази може зменшити ефективність органофосфатів і карбаматів.

- Стійкість до поведінки: деякі комахи змінюють поведінку, що допомагає їм уникнути впливу пестицидів. Це може включати уникнення оброблених ділянок або зміну схеми живлення, щоб мінімізувати контакт із пестицидом.

- Зменшення проникнення: комахи-шкідники можуть утворювати товщі або змінені кутикули, що зменшує кількість пестициду, який може проникнути в їхні тіла, створюючи додатковий рівень захисту.

#### 3. Перехресна та множинна резистентність:

- Перехресна стійкість: комахи можуть розвинути стійкість до багатьох пестицидів, які мають подібний спосіб дії, навіть якщо вони ніколи не зазнавали впливу деяких із цих хімікатів. Це відбувається тому, що той самий механізм стійкості може нейтралізувати різні пестициди.

- Множинна стійкість: популяції комах-шкідників можуть розвивати декілька механізмів стійкості одночасно, що робить їх стійкими до широкого спектру пестицидів. Ця складність стоїть на заваді управлінню та контролю [6].

#### 4. Екологічний вплив:

- Моделі використання пестицидів: інтенсивність і частота використання пестицидів сильно впливають на швидкість і ступінь розвитку стійкості. Повторне використання тих самих або подібних пестицидів створює сильний селективний тиск для стійкості.

- Рефугіуми: наявність необроблених ділянок (рефугіїв), де сприйнятливі комахи-шкідники можуть вижити, має вирішальне значення для затримки



стійкості. Ці рефугіуми дозволяють нестійким комахам-шкідникам розмножуватися зі стійкими, розбавляючи гени стійкості в популяції.

- Фактори навколишнього середовища: клімат, різноманітність середовищ існування та наявність альтернативних джерел їжі можуть впливати на розвиток стійкості. Наприклад, високі температури можуть прискорити метаболізм комах, потенційно збільшуючи швидкість розвитку резистентності.

#### 5. Географічні відмінності опору:

- Місцева адаптація: резистентність може розвиватися по-різному в різних географічних регіонах через відмінності у використанні пестицидів, кліматі та місцевих методах боротьби зі шкідниками. Це призводить до регіональних відмінностей у рівнях і типах стійкості, що спостерігаються в популяціях комах-шкідників.

- Глобальне поширення: переміщення популяцій стійких комах між регіонами, спричинене торгівлею, міграцією та зміною клімату, може поширювати гени стійкості по всьому світу, ускладнюючи місцеві та регіональні заходи боротьби зі шкідниками.

#### 6. Проблеми стосовно управління резистентністю:

- Відсутність нових пестицидів: розробка нових пестицидів з новими способами дії сповільнилася в останні роки, що ускладнило боротьбу зі стійкими популяціями комах-шкідників. Надмірна залежність від існуючих пестицидів загострює проблему стійкості.

- Стійкість багатьох видів: у сільськогосподарських екосистемах часто співіснують кілька видів комах-шкідників, кожен із яких має власний потенціал розвитку стійкості. Управління резистентністю багатьох видів вимагає комплексного та скоординованого підходу.

#### 7. Економічні та соціальні наслідки:

- Збільшення витрат: розвиток резистентності часто призводить до збільшення витрат на боротьбу зі шкідниками, оскільки фермерам доводиться використовувати більшу кількість пестицидів, переходити на дорожчі альтернативи або впроваджувати додаткові заходи боротьби.

- Вплив на врожайність: стійкість може призвести до зниження ефективності заходів боротьби зі шкідниками, що призведе до більших втрат врожаю та зниження продуктивності сільського господарства. Це може мати значні економічні наслідки, особливо в регіонах, які сильно залежать від сільського господарства.

Комахи-шкідники завдають значних економічних збитків сільськогосподарським і міським системам і можуть загрожувати безпеці харчових продуктів, харчуванню та здоров'ю людини. Застосування пестицидів відіграє вирішальну роль у боротьбі з комахами-шкідниками сільського господарства та популяціями переносників хвороб. Однак інтенсивне застосування пестицидів прискорює накопичення пов'язаних із резистентністю генів у тих, хто вижив. Розвиток стійкості до пестицидів є динамічним і складним процесом, що залежить від генетичних, фізіологічних, поведінкових

та екологічних факторів, а також робочих факторів, включаючи час застосування, норму, покриття та метод [7].

Отож, еволюція стійкості комах-шкідників до пестицидів зумовлена поєднанням біологічних, екологічних і людських факторів. Особливості цього процесу, включаючи швидку адаптацію, численні механізми резистентності, перехресну резистентність і географічну варіативність, підкреслюють потребу в складних і адаптивних стратегіях управління. Розуміння цієї динаміки має важливе значення для розробки стійких підходів до боротьби з комахами-шкідниками, які можуть пом'якшити вплив стійкості на сільське господарство та продовольчу безпеку.

**Висновки.** Таким чином, еволюція стійкості комах-шкідників до пестицидів є зростаючою проблемою, яка загрожує продуктивності та стійкості сільського господарства. Важливо мати на увазі те, що сучасні тенденції вказують на збільшення випадків резистентності, викликане такими факторами, як надмірне використання пестицидів і здатність комах-шкідників швидко адаптуватися до нового середовища. Для того, щоб впоратися з цією загрозою, потрібен багатогранний підхід, що включатиме інтегровану боротьбу з комахами-шкідниками, ротацію пестицидів, а також розробку нових методів контролю та використання передових генетичних технологій. Застосовуючи ці стратегії, можна пом'якшити вплив резистентності та забезпечити постійну ефективність методів боротьби з комахами-шкідниками. Однак необхідно зауважити той факт, що поточні дослідження, моніторинг і міжнародна співпраця будуть мати вирішальне значення для вирішення цієї складної проблеми в майбутньому.

### Список використаної літератури

1. Августинович М. Б. Мікроелементи: основні моменти, про які варто пам'ятати. АгроЕліта, 2023. №11. Режим доступу: URL:<https://agroelita.info/mikroelementy-osnovni-momenty-pro-iaki-var-to-pam-iataty/>(дата звернення 05.09.2024 р.)
2. Білик М. О. Біологічний захист рослин від шкідливих організмів: підручник. Харків: Майдан, 2022. 356 с.
3. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pest in corn crops. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. №4 (27). С. 143–165.
4. Rudska. N. O. Species composition of soy agrocenose pests and control of their number in the Right Bank Forest Steppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. №1 (24). С. 128–142.
5. Ali, S., Ullah, M. I., Sajjad, A., Shakeel, Q., and Hussain, A. "Environmental and health effects of pesticide residues" in *Sustainable Agriculture Reviews*, eds. Inamuddin, M. I. Ahamed, and E. Lichtfouse (New York, NY: Springer). 2021, pp. 311–336.

6. Bishop, A. H., & Robinson, C. V. Bacillus thuringiensis HD-1 Cry–: development of a safe, non-insecticidal simulant for Bacillus anthracis. Journal of Applied Microbiology, 117(3), 2014, 654–662.

7. Федоренко В.П., Марков І.Л., Мордерер Є.Ю. Стратегія і тактика захисту рослин: [монографія]. (Серія «Інтенсивне землеробство»).Т. 2: Тактика; під ред. акад. НААН України В.П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2015. 784 с.

**Світлана РОМАНЕНКО<sup>15</sup>,**  
студентка 3 року навчання,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ОРГАНІЧНЕ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

***Анотація.** Робота присвячена вивченню органічної технології вирощування цукрової кукурудзи. Ознайомлення та більш детальне вивчення цих процесів є основною метою статті тому, що всі технологічні операції, які впроваджуються під час вирощування кукурудзи цукрової впливають на формування врожаю, зокрема на його якісні показники.*

*У статті розглядаються особливості органічного вирощування цукрової кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного України. Проаналізовано кліматичні та ґрунтові умови регіону, які сприяють ефективному вирощуванню цієї культури. Описано технологію підготовки ґрунту, вибору сорту, посіву, догляду за рослинами, поливу та збирання врожаю з урахуванням принципів органічного землеробства. Показано, що застосування органічних методів дозволяє отримати високоякісну продукцію, яка відповідає сучасним вимогам ринку екологічно чистих продуктів.*

***Ключові слова:** кукурудза цукрова, органічне вирощування, сорт, технологічні процеси.*

***Annotation.** This work is devoted to the study of the processes of growing sweet corn. Acquaintance and more detailed study of these processes is the main goal of the article, because all technological operations implemented during the cultivation of sweet corn affect the formation of the crop, in particular, its quality indicators. The article examines the peculiarities of organic cultivation of sweet corn in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. The climate and soil conditions of the region, which contribute to the effective cultivation of this crop, have been analyzed. The technology of soil preparation, variety selection, sowing, plant care, watering and harvesting is described, taking into account the principles of*

---

<sup>15</sup>Науковий керівник: Паламарчук І.І., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

*organic farming. It is shown that the use of organic methods allows obtaining high-quality products that meet the modern requirements of the market of environmentally friendly products.*

**Key words:** *sweet corn, organic cultivation, variety, technological processes.*

**Вступ.** Органічне вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи цукрової, стає все більш популярним у всьому світі завдяки підвищеному попиту на екологічно чисті продукти. В Україні, включаючи Лісостеп правобережний, органічне землеробство набуває особливого значення. Цей регіон має сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування кукурудзи цукрової, завдяки чому можна досягати високих врожаїв з якісними показниками продукції при дотриманні принципів органічного землеробства. Однак, адаптація органічних технологій до місцевих умов та вирішення проблем, пов'язаних з боротьбою зі шкідниками, хворобами та бур'янами без застосування хімічних засобів захисту рослин, є актуальним завданням для фермерів, а також великих землевласників. Основною ціллю статті є аналіз ефективності різних органічних технологій вирощування кукурудзи цукрової в умовах Лісостепу правобережного [3].

**Виклад основного матеріалу.** Кукурудза цукрова (*Zea mays saccharata* Sturt.) – овочева культура, що належить до родини Тонконогові (*Poaceae*). Її цінність обумовлена високими смаковими якостями та можливістю споживання у свіжому та переробленому стані, також її можна заморожувати як окремо, так і у міксі з іншими овочами.

Хімічний склад кукурудзи цукрової включає такі речовини:

- Вуглеводи: 19 г на 100 г продукту. В основному це складні вуглеводи, зокрема крохмаль, який забезпечує енергію організму.
- Білки: 3,2 г на 100 г. Білки кукурудзи містять незамінні амінокислоти, зокрема лізин
  - Жири: 1,2 г на 100 г. В основному це ненасичені жирні кислоти.
  - Вода: кукурудза цукрова складається приблизно на 75% з води.
  - Клітковина: 2 г на 100 г, що сприяє травленню та підтримці здорової мікрофлори кишечника.
- Вітаміни: вітамін С (аскорбінова кислота) – 6,8 мг; вітаміни групи В (В1, В3, В5, В6, В9); вітамін А (бета-каротин) – важливий для здоров'я очей та шкіри.
- Мінерали: калій (250 мг), фосфор (90 мг), магній (37 мг), залізо (0,5 мг), цинк, мідь, селен.

Норма споживання кукурудзи цукрової досить різна залежно від багатьох факторів, до прикладу віку, статі, рівня фізичної активності та індивідуальних потреб. Зазвичай, дорослим рекомендується споживати близько 100-150 г вареної або свіжої кукурудзи на день як частину збалансованого харчування. Вуглеводи, що містяться в зернах кукурудзи забезпечують організм необхідною енергією для повсякденної діяльності, клітковина сприяє нормалізації роботи

шлунково-кишкового тракту, а вітаміни та мінерали зміцнюють імунну систему.

Кукурудзу цукрову використовують у різних цілях та галузях споживання. Найчастіше кукурудзу цукрову споживають у фазі молочної стиглості – качани збираються для у свіжому вигляді. Кукурудзу цукрову вирощують для заморожування зерен окремо, або у міксі з іншими овочами. Також, кукурудзу збирають у пізню фазу росту для переробки її на борошно [2].

Кукурудза цукрова відрізняється особливо солодким смаком зерен. Цей солодкий смак обумовлений високим вмістом природних цукрів, які швидко перетворюються на крохмаль після збору врожаю. Зерна кукурудзи цукрової досить поживні для організму. Вони багаті на білки, більшість мікроелементів і вітамінів. Цукрова кукурудза містить такі мікроелементи, як хром, цинк, селен залізо, та мідь. Особливу увагу слід приділити селену, який у поєднанні з вітаміном Е і  $\beta$ -каротином знижує метаболічну активацію генів раку та сприяє детоксикації шкідливих для організму речовин.

Протягом останніх 10 років урожайність кукурудзи цукрової в Лісостепу правобережного коливалася залежно від кліматичних умов та застосованих агротехнологій. У 2013-2014 роках урожайність становила близько 7,5-8,2 тон з гектара; у 2015-2017 роках – 5,5-6,5 тон; у 2018-2019 роках – 6,8-7,5 тон; у 2020-2022 роках – 7,8-8,3 тон. Ці цифри свідчать про значні коливання врожайності, які залежать від багатьох факторів, включаючи кліматичні умови та ефективність застосованих агротехнічних заходів. Отже, для того, щоб отримати якісний врожай кукурудзи цукрової на території Лісостепу правобережного необхідно дотримуватися усіх етапів вирощування даної культури [5].

В реаліях сьогодення все більше набуває популярності виробництво органічної овочевої продукції, оскільки постійно зростає попит. Важливим для органічної технології є підбір сортименту, як запорука отримання високого врожаю.

В першу чергу, необхідно правильно обрати сорт кукурудзи. В умовах Лісостепу правобережного рекомендується використовувати сорти, стійкі до хвороб і шкідників, а також добре пристосовані до місцевих кліматичних умов. Сорти кукурудзи цукрової, що мають короткий період вегетації, підходять найкраще, оскільки вони дозволяють уникнути негативного впливу пізніх заморозків і посухи.

За даними досліджень Петрова В.Л. кращими сортами кукурудзи цукрової для Лісостепу правобережного є Мармурова та Палітра, які забезпечують врожайність на рівні – 7,8 т/га. Також, найкращі сорти по видобутку продукції кукурудзи цукрової виділив власник компанії «Мнагор» – Михайло Нагорняк, за його словами: найкращий сорт – Герміона, він дуже солодкий та має ніжну зернівку; не менш смачним є сорт – Палітра, схожий до попереднього сорту, проте має білі та жовті зернівки, ці сорти відносяться до

ранньостиглих. Наступні сорти – середньостиглі, до них відносять: Орландо, Джамала та Джульєта – також дуже молоді, проте через високу здатність витримувати холод мають потовщену оболонку, що вприває на смак [4].

Не менш важливим при вирощуванні кукурудзи цукрової є правильний обробіток ґрунту. За даними досліджень Маслійова С.В. та інших науковців найбільшу врожайність кукурудзи цукрової забезпечує проведення оранки та трьох культивацій: у вологі роки – 10,0 – 12,0 т/га; у посушливі – 6,5-7,0 т/га. Підготовка ґрунту є одним із ключових етапів в органічному землеробстві, оскільки від цього залежить успішність вирощування кукурудзи цукрової та якість майбутнього врожаю.

В умовах Лісостепу правобережного, де ґрунти переважно чорноземні, правильна обробка ґрунту дозволяє зберегти його природну родючість і забезпечити оптимальні умови для росту рослин без використання синтетичних добрив та пестицидів.

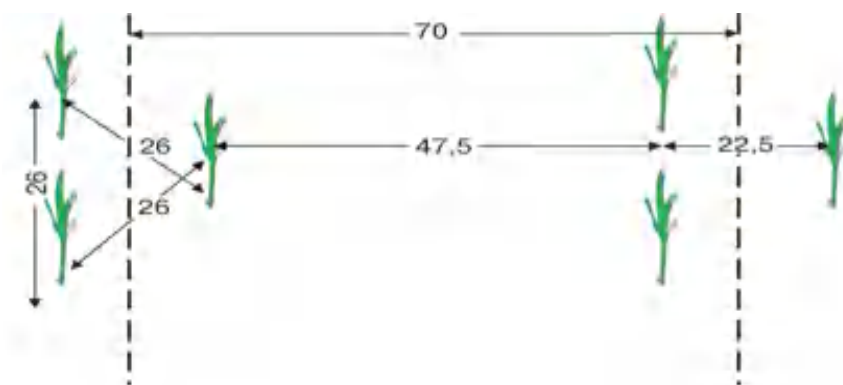
До основних етапів підготовки ґрунту відносять: сівозміну – чергування вирощуваних культур на одному полі, що допомагає запобігти виснаженню ґрунту та зменшити ризик накопичення патогенів і шкідників; поверхневу обробку ґрунту – проводиться навесні для збереження вологи та руйнування ґрунтової кірки; мульчування – використання органічних матеріалів для збереження вологи, зменшення росту бур'янів; органічні добрива – компост або перепрілий гній, вносяться під час основної обробки ґрунту [6].

Наступним етапом проводиться посів. Посів цукрової кукурудзи є важливою частиною вирощування кукурудзи, від якого залежить майбутній урожай. Тому, важливо дотримуватися правильних технологій посіву, щоб забезпечити стабільний розвиток та ріст рослин.

Посів необхідно проводити у визначений час та відповідно до необхідного температурного режиму. Оптимальні строки посіву кукурудзи цукрової в Лісостепу зазвичай припадають на кінець квітня або першу половину травня. У зазначений час ґрунт прогрівається до 10-12°C, що є достатнім для нормального проростання насіння.

Ранній посів сприяє використанню весняної вологи та зменшує ризик потрапляння рослин під літню посуху. Глибина посіву кукурудзи в умовах правобережного Лісостепу зазвичай становить 4-6 см. Це забезпечує оптимальний контакт насіння з ґрунтом і рівномірний доступ до вологи. Норма висіву варіюється залежно від густоти посіву і становить близько 60-70 тисяч насінин на гектар. Це дозволяє отримати оптимальну густоту стояння рослин, що забезпечує максимальну продуктивність.

Для кукурудзи цукрової зазвичай використовується міжрядна відстань у 70 см, що дозволяє рослинам розвивати потужну кореневу систему і отримувати достатньо світла. Між рослинами в рядку рекомендується залишати відстань 25-30 см. Це сприяє росту кожної, окремої рослини і полегшує механічний обробіток міжрядь (Рис 1).



*Рис 1. схема розміщення кукурудзи цукрової на посівних площах*

В умовах органічного землеробства особлива важливо приділяти увагу контролю за бур'янами, шкідниками та хворобами. Замість гербіцидів використовуються механічні методи боротьби з бур'янами, а також біологічні засоби захисту рослин. У перші тижні після посіву кукурудзи цукрової особливо важливо контролювати бур'яни, оскільки вони можуть завдати шкоди молодим рослинам та зменшити їх доступ до вологи та поживних речовин. В умовах органічного землеробства основним методом боротьби з бур'янами є механічний обробіток міжрядь. Це може включати розпушування ґрунту, підгортання та використання мульчування для пригнічення росту бур'янів. Полив є критично важливим у періоди посухи, особливо під час фаз активного росту кукурудзи: цвітіння та наливу зерна. Крапельне зрошення може бути ефективним методом забезпечення рослин достатньою кількістю води. В умовах органічного землеробства є не бажаним використання хімічних пестицидів, тому важливо застосовувати біологічні методи захисту. До прикладу використання природних хижаків таких як комахи або птахи, що контролюють популяції шкідників, а також застосування біопрепаратів, які підвищують стійкість рослин до хвороб [5].

Завершальний етап вирощування кукурудзи цукрової – це збирання врожаю. Під час цього етапу критично важливим є дотримання строків збирання продукції. Урожай цукрової кукурудзи збирають у фазі молочної стиглості, коли зерна є соковитими і містять максимальну кількість цукру та води. Для цього періоду характерний солодкий смак кукурудзи і ніжна текстура зерна. Збирання зазвичай проводиться в липні або серпні, в залежності від сорту і погодних умов у конкретному році. Важливо не затримуватися зі збиранням, оскільки перезріла кукурудза швидко втрачає свою продуктову якість: зерна стають твердими, вміст цукру знижується, і кукурудза втрачає свій соковитий тасолодкий смак.

До методів збирання кукурудзи цукрової відносяться [3]:

- Ручне збирання: У дрібних господарствах або на органічних фермах часто застосовують ручне збирання. Цей метод дозволяє більш точно вибирати качани у фазі оптимальної стиглості і уникати пошкодження рослин. Ручне збирання також дає можливість сортувати продукцію безпосередньо на полі.

- **Механізоване збирання:** Для великих площ застосовується механізоване збирання за допомогою спеціалізованих комбайнів, які дозволяють швидко і ефективно збирати врожай. Використання сучасних комбайнів забезпечує мінімальні втрати врожаю і високу продуктивність збирання.

Після збирання качани кукурудзи потрібно швидко сортувати для того, щоб відокремити якісну продукцію від непридатної. Важливо зберегти кукурудзу в тіні або прохолодному місці, щоб уникнути перегрівання, яке може знизити якість продукту [2].

Кукурудза цукрова, призначена для свіжого споживання, має зберігатися в прохолодних умовах орієнтовно 0-4°C з високою вологістю – 90-95% для збереження її якості протягом кількох днів. Важливо уникати тривалого зберігання, оскільки свіжозібрана кукурудза швидко втрачає цукор і починає пересихати.

**Висновок.** Отже, вдале вирощування кукурудзи цукрової в Лісостепі правобережному вимагає інтегрованого підходу, тобто використання органічних методів і сучасних технологій. Це дозволить досягти високих результатів, задовольняючи попит на чисту та якісну продукцію, і зберегти природні ресурси регіону для майбутніх поколінь. У даній статті було детально розглянуто процеси органічного вирощування цукрової кукурудзи. Головним завданням статті було вивчення процесів підготовки ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю. Враховуючи специфіку регіону, де кліматичні умови можуть бути нестабільними, ефективне управління агротехнічними заходами є ключовим для досягнення високих врожаїв [2].

### Список використаних джерел

1. Palamarchuk V., Honcharuk I., Honcharuk T., Telekalo N. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the rightbank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8. № 3. P. 42- 50

2. Palamarchuk V., Krychkovskyi V., Honcharuk I., Telekalo N. The Modeling of the Production Process of High-Starch Corn Hybrids of Different Maturity Groups. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10. № 1. P. 584-598.

3. Калетнік Г.М., Паламарчук В.Д., Гончарук І.В., Ємчик Т.В., Телекало Н.В. Перспективи використання кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій. Монографія. Вінниця: ФОРМ Кушнір Ю.В., 2021. 260 с.

4. Найкращі сорти цукрової кукурудзи URL: [https://soncesad.com/statti/ovochi/kukurudza/najkrashhi-sorti-czukrovoyi-kukurudzi-\(zhurnal-%C2%ABsonczesad%C2%BB-4/2022\).html](https://soncesad.com/statti/ovochi/kukurudza/najkrashhi-sorti-czukrovoyi-kukurudzi-(zhurnal-%C2%ABsonczesad%C2%BB-4/2022).html) (дата звернення 28.08.24)

5. Ківер В. Х. Основні прийоми і засоби підвищення врожайності цукрової кукурудзи в умовах зрошення. В. Х. Ківер, М. І. Конопля, І. М. Семеняка. *Вісн. аграр. науки*, 1996. № 5. С. 99–105.



6. Маслійов С.В., Маслійов Є.С., Циганкова Н.А., Рудаков В.С. Ріст, розвиток і врожайність цукрової кукурудзи залежно від видів основного обробітку ґрунту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 4. С. 53-60.

**Володимир ЩАСЛИВИЙ<sup>16</sup>**,  
студент 2 курсу,  
факультет агрономії та садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### **БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ КЛОПА ШКІДЛИВОЇ ЧЕРЕПАШКИ (*EURYGASTER INTEGRICEPS* PUT.) ТА ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДНИКА У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

**Анотація.** У даній статті уточнено біологічні особливості та шкочодчинність зернових клопів у посівах пшениці озимої. Серед яких найбільш небезпечним є клоп шкочлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), що заселяє посіви та пошкоджують пшеницю, погіршуючи хлібопекарські та посівні якості культури. Уточнено біологію розвитку фітофага та встановлено, які фази розвитку для культури є критичними періодами, а шкочлива черепашка є найбільш шкочодчинна. Досліджено розробку ефективних заходів контролю чисельності шкочливої черепашки, залежно від застосування засобів захисту рослин у весняно-літній період, що ефективно обмежують чисельність шкочдника.

**Ключові слова:** пшениця озима, клоп шкочлива черепашка, імаго, яйцекладка, личинка, пошкодження, інсектициди, ефективність.

**Annotation.** In this article, the biological features and harmfulness of grain bugs in winter wheat crops are clarified. Among which the most dangerous bug is the harmful turtle (*Eurygaster integriceps* Put.), which inhabits crops and damages wheat, worsening the bread-making and sowing qualities of the crop. The biology of phytophagous development has been clarified and it has been established which phases of development are critical periods for culture, and the harmful turtle is the most harmful. The development of effective measures to control the number of harmful beetles, depending on the use of plant protection products in the spring-summer period, which effectively limit the number of the pest, was studied.

**Key words:** winter wheat, *Eurygaster integriceps* Put., imago, egg-laying, larva, damage, insecticides, effectiveness.

---

<sup>16</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

**Вступ.** Найбільш стратегічною та ефективною галуззю народного господарства України є зернове господарство. Зерно і вироблені із нього продукти завжди були ліквідними, оскільки становлять основу продовольчої бази і безпеки держави. Історично відомо, що по виробництву зерна Україна належить до провідних країн світу. Природо кліматичні умови та родючі землі сприяють вирощуванню всіх зернових культур і дозволяють одержувати високоякісне продовольче зерно в обсягах достатніх для забезпечення внутрішніх потреб та формування експортного потенціалу.

Пшениця озима належить до найважливіших продовольчих культур світу, яка в Україні займає провідне місце. Потенційна продуктивність сучасних сортів знаходиться в межах 8–12 т/га, проте її реалізація здійснюється лише на 30%. Серед причин, що обмежують реалізацію продуктивності сортів пшениці озимої (порушення сівозмін, спрощення системи обробітку ґрунту, зменшення обсягів застосування засобів захисту рослин), втрата врожаю від шкідників в середньому становлять 12,7%, а в окремі роки перевищують 30% [1].

На теренах України зерновим колосовим культурам шкодять понад 300 видів фітофагів, серед яких істотне значення мають близько 140 видів. До небезпечних шкідників пшениці озимої, що спорадично чи систематично спричиняють досить відчутні пошкодження, належать близько 50 видів фітофагів, серед яких провідне місце займають шкідники колосу (хлібні клопи, хлібні жуки, хлібні туруни, злакові попелиці, пшеничний трипс) [2]. Живлення цих фітофагів рослинами пшениці впливає не лише на продуктивність культури, а й на якість продукції.

Основним і найбільш небезпечним фітофагом в останнє десятиліття є клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Даний шкідник не лише призводить до значного недобору врожаю, але й погіршує його хлібопекарській посівні якості. Тому, з метою підвищення ефективності захисних заходів та уникнення можливих негативних наслідків при застосуванні інсектицидів в період формування – молочно-воскової стиглості зерна пшениці та поглиблювати вивчення біології розвитку шкідника, що набуває особливої актуальності.

**Постановка проблеми.** В Україні озиму пшеницю пошкоджують більше 20 видів рослиноїдних клопів, які відносяться до комплексу шкідників, що пошкоджують як вегетативні, так і генеративні органи. Серед них найбільшої шкоди цій культурі наносять види черепашок, що належать до роду хлібні клопи (*Eurygaster*), родини щитники-черепашки (*Scutelleridae*), надродина щитники (*Pentatomidea*), ряду напівтвердокрилих (*Hemiptera*): шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.), маврська черепашка (*Eurygastermaurus* L.), австрійська черепашка (*Eurygaster austriacus* Schrnk.), вологолюбива черепашка (*Eurygaster testudinarius* Geoffrs.). Нарівні з клопами-черепашками значної шкоди здатні завдавати клопи родини пентатомід (*Pentatomoidea*), особливо – елія гостроголова (*Aeliaacuminata* L.), елія носата (*Aelia rostrata* Voch.). Але незважаючи на видове різноманіття шкідливих видів клопів, на пшениці найбільшій шкідливості набула шкідлива черепашка. Цей вид є

домінуючим і складає в середньому 89,4 % від загалу, тоді як маврська – до 6,6 %, австрійська та остроголовий клоп – до 2% [3].

Біологічні та екологічні особливості цього виду добре вивчені, про що свідчать дані вітчизняної та зарубіжної літератури. Проте дослідження продовжуються, особливо в зональному аспекті, що обумовлено високою шкідливістю та широким розповсюдженням фітофага.

Динаміка чисельності шкідливої черепашки піддається коливанням, де змінюються періоди підйому чисельності періодами спаду.

З цього питання слід виділити країни Близького і Середнього Сходу, як центри походження ячменю, пшениці і особливостями еволюції клопів із роду *Eurigaster*. Відомо про масові розмноження клопів-черепашок в Ірані, Іраку, Палестині, Лівані, Сирії, Єгипті. Зонами циклічних масових розмножень шкідливої черепашки вважаються степові райони Поволжя та Центрально-чорноземні області, Ставропольський, Краснодарський краї Росії, південна частина Молдови, Степова зона Казахстану, країни Європи [4].

За даними Державної хлібної інспекції пошкодженість зерна пшениці хлібними клопами сягнула 10–15 %, а середня щільність клопів у місцях зимівлі становила 11,9 екз./м<sup>2</sup>. У 2019 році цей показник по Україні збільшився в трое і становив 33 екз./м<sup>2</sup>, в тому числі в Кіровоградській області – 43,2 екз./м<sup>2</sup>[4].

Потім спостерігалось ще декілька масових розмножень географічних популяцій шкідника. Середній період між спалахами чисельності становить 10,9 років. Останнє масове розмноження шкідливої черепашки в південних та східних областях України спостерігалось у 2002-2012-2022 роках. Цей спалах був найбільш масовим, за територією, яку охопив та згубним впливом на якість зерна. Аналіз даних літератури з проблеми масових розмножень шкідливої черепашки в різних регіонах і в різні роки дає можливість зробити висновок про відсутність певних провідних чинників, що обумовлюють динаміку популяцій шкідника [5].

Шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) відноситься до комах, у яких період діпаузи переважає над активним періодом життя, що становить біля трьох місяців. У місцях зимівлі черепашка знаходиться 9–10 місяців, перебуваючи в анабіозі. Весь період пасивного життя вона існує за рахунок резервних речовин, що накопичуються в організмі комахи. У молодих клопів, які відлітають в місця зимівлі, в організмі відкладається до 40% жиру й інших резервних речовин. Характерним є те, що поряд із жировим тілом – місцем накопичення поживних речовин, є також перший відділ середньої кишки, в якому консервується напівпереварена їжа. Така здатність до накопичення харчових запасів є досить характерною рисою шкідливої черепашки. В значно меншій мірі ця здатність проявляється в маврської та австрійської черепашок і відсутня в інших клопів, що можливо є причиною домінування цього виду. За період зимівлі запас резервних речовин зменшується до 16–29 %. На інтенсивність їх витрат суттєвий вплив має температура. Так, в теплі зими при температурі повітря на 3–5 °С вище середньо багаторічних, запас зменшується

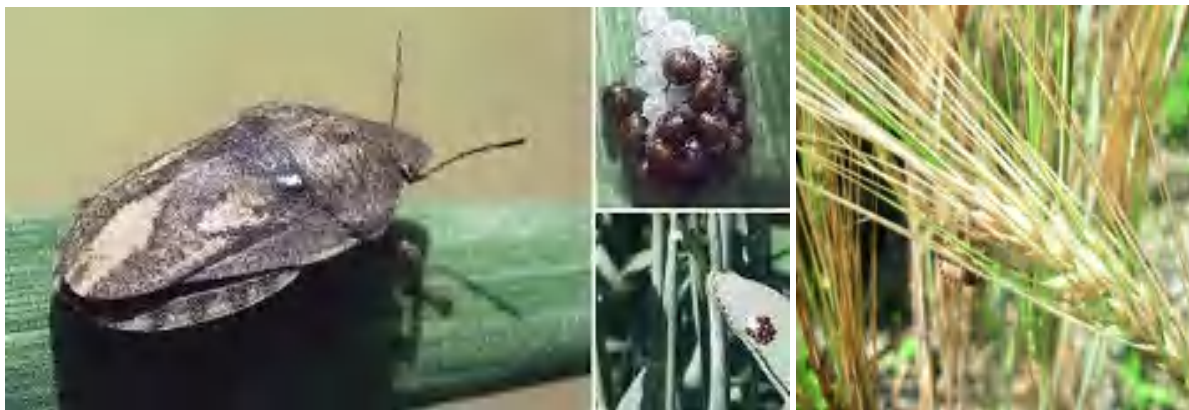
на 25 %, а чисельність клопів знижується з 38,7 до 5,9 % [3].

Надзвичайно характерною особливістю життєвого циклу шкідливої черепашки є її міграція. За їх інтенсивністю розрізняють міграційний і осілий тип популяції. Перший притаманний кримській популяції, коли шкідник долає відстані до 150–200 км. Осіла ж популяція характеризується перельотами на незначні відстані (20–50 км) від місць зимівлі.

Весною, коли розтане сніг а лісова підстилка прогріється до 12–14 °С, відбувається пробудження клопів. При середньодобовій температурі повітря протягом 3–4 днів не нижче 16–17 °С починається переліт черепашки з місць зимівлі на посіви. В цей період черепашка здатна долати відстані до 200 км.

На хід заселення шкідником посівів впливають погодні умови та густина травостою. Шкідлива черепашка чутлива до мікроклімату травостою. У холодні весни в посівах із густим травостоем, де слабо прогрівається ґрунт та надмірна волога, клопів буває мало. Шкідник заселяє посіви з температурою повітря на 0,7–2,0 °С вищою від навколишнього фону, тому при надлишку тепла клопи більш охоче живляться на добре розвинутих соковитих рослинах густого травостою, а при відсутності – на зріджених, слабких рослинах [4].

Залежно від погодних умов через 1–20 днів після перельоту з місць зимівлі починається відкладання яєць, яке триває до кінця життя імаго клопів. Масова яйцекладка часто припадає на період кінця фази цвітіння і початку молочної стиглості зерна пшениці. В цей період клопи знаходяться зверху на рослинах навіть у прохолодну дощову погоду при температурі повітря 13–15 °С. Яйця самиці відкладають в 2 ряди на різні частини рослин зернових культур, бур'янів, а також післяжнивні рештки, грудочки ґрунту та в інші місця. Середня плодючість однієї самиці коливається від 100 до 300 яєць при максимумі 550–600, що пов'язано з погодними умовами, якістю корму і біотичним потенціалом популяції фітофага. Ембріональний розвиток триває 10–14 днів. Залежно від температури й вологості повітря тривалість розвитку личинок становить 20–50 днів. Переселення молодих клопів у місця зимівлі починається в період збирання озимих і продовжується до його закінчення, де не виключено їх догодовування на злакових бур'янах [3, 6].



*Рис. 1. Імаго клопа шкідливої черепашки, яйцекладка личинками та пошкодження колоса пшениці*

Серед шкідників озимої пшениці особливе місце належить шкідливій черепащі, що обумовлено особливостями їх живлення та негативним впливом пошкоджень не тільки на кількісні показники урожаю пшениці, але й на його якість. Тому, не випадково розробки хімічного захисту посівів культури пов'язані в першу чергу, з цим фітофагом.

Тому науковцями було проведено ряд досліджень у визначенні технічної ефективності сучасних інсектицидів для захисту озимої пшениці способом обприскування. Для цього враховували економічні пороги шкідливості за яких відчутні будуть втрати врожаю. Обприскування посівів проводили у період масової появи личинок клопа черепашки (кінець цвітіння – початок молочної стиглості зерна).

Одержані результати свідчать, що чисельність клопа черепашки на контролі не перевищувала ЕПШ. На 3-й день їх кількість знизилась порівняно з контролем на всіх варіантах – в 4,7, 5,2, 9,1 рази (табл 1).

Досліджувані препарати характеризувались різною ефективністю при застосуванні. Так, найбільш ефективним проти сисних фітофагів впродовж досліджень був препарат Енжіо 247 SC, к.с., який за норми витрати 0,18 л/га, на 3-й день забезпечував зменшення чисельності на рівні 99,0 %. Дещо меншу ефективність забезпечував препарат Нурел – Д, к.е. – 94,2 %. Ефективність еталону Бі-58 Топ, 40 % к.е. після застосування становила 88,2 %, а інсектицид Карате Зеон, 5 % к.с.–82,3 % відповідно (табл 1).

**Таблиця 1**

**Технічна ефективність інсектицидів проти клопа шкідливої черепашки у посівах озимої пшениці**

Варіант досліджу	Норма витрати препарату, кг, л/га	Щільність фітофагів на ... добу після обприскування			Технічна ефективність на ... добу після обприскування %		
		3	7	14	3	7	14
Контроль	-	3,4	4,1	5,0	0	0	0
Еталон – Бі-58 Топ, 40 % к.е.	1,5	0,4	0,9	1,7	88,2	78,0	66,0
Енжіо 247 SC, к.с.	1,8	0,1	0,3	0,9	99,0	92,7	82,0
Нурел Д, к	1,1	0,2	0,5	1,1	94,1	87,8	78,0
Карате-Зеон 050 CS, мк.с.	0,20	0,6	1,0	2,0	82,3	75,6	60,0

*\*Примітка: За результатами досліджень науковців [6].*

На 7-й день після обприскування чисельність фітофагів збільшувалася, зменшуючи технічну ефективність препаратів у всіх варіантах. Найменш ефективним у наших дослідженнях виявився препарат Карате-Зеон 050 CS, мк.с., ефективність якого на 11,2–34,0 % нижча ніж на Енжіо 247 SC, к.с.

Через 14 днів після обприскування озимої пшениці чисельність шкідників продовжувала збільшуватися, перевищуючи ЕПШ. Найвищу ефективність в цей період забезпечили Енжіо 247 SC, к.с., Нурел Д к.е., 78,0–82,0 % відповідно, найнижчу ефективність було отримано при застосуванні препарату Карате-Зеон 050 CS, мк.с. 60,0%.

З результатів дослідження щодо ефективності дії інсектицидів проти клопа черепашки у посівах озимої пшениці найбільш ефективно контролювали чисельність комбіновані препарати Енжіо 247 SC, к.с., який за норми витрати 0,18 л/га, що забезпечував зменшення чисельності на рівні 96–99%. Дещо меншу ефективність забезпечував препарат Нурел – Д, к.е. – 95% та 98%, що можна пояснити тим, що до їх складу входять дві речовини різних класів, які забезпечують розширення спектра дії, підвищення токсичності та тривалості захисної дії.

**Висновки.** Отже, встановлено, що у посівах пшениці озимої є клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). В результаті проведених досліджень уточнено біологію розвитку фітофага та встановлені найбільш критичні періоди для пшениці озимої, щодо шкодочинності фітофага. З результатів досліджень науковців щодо ефективності дії інсектицидів проти клопа черепашки у посівах озимої пшениці найбільш ефективно контролювали чисельність комбіновані препарати Енжіо 247 SC, к.с., який за норми витрати 0,18 л/га, що забезпечував зменшення чисельності на рівні 99%. Дещо меншу ефективність забезпечував препарат Нурел – Д, к.е. – 94%, що можна пояснити тим, що до їх складу входять дві речовини різних класів, які забезпечують розширення спектра дії, підвищення токсичності та тривалості захисної дії.

#### Список використаної літератури

1. Топчій Т. В. Хлібні клопи. Видовий склад та сезонна динаміка чисельності у сортових посівах пшениці озимої. Карантин і захист рослин. 2012. № 6. С. 2–5.
2. Фецин Д. М., Орлова О. М. Прогноз розмноження клопа шкідливої черепашки та загроза посівам колосових культур. Карантин і захист рослин. 2012. № 6. С. 1.
3. Стригун О. О., Трибель С. О., Судденко Ю. М. Стійкість проти клопа черепашки сортів пшениці озимої м'якої селекції Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла. Карантин і захист рослин. 2015. № 12. С. 1–4.
4. Секун М. П. Шкідлива черепашка. Київ: Світ, 2012. С. 9–11.
5. Секун М. П., Бабич С. М., Курцев В. О. Сисні шкідники пшениці озимої. Карантин і захист рослин. 2014. № 4. С. 7.
6. Rudska N. Control of the number of sucking pests of winter wheat in the conditions of the Right-bank Forest Steppe. Сільське господарство та лісівництво. 2023. Вип. 28 (1). С. 113–136.
8. Довгань С. В., Фецин Д. М., Сядриста О. Б. Клоп черепашка. Заходи захисту посівів від клопа черепашки. Захист і карантин рослин. 2018. № 6. С. 7–11.
9. Біляк С. М., Рубан М. Б. Вплив пошкоджень хлібними клопами на продуктивність пшениці озимої в Центральному Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2013. Вип. 183 (2). С. 282–285.

**Богдан ЮЩИШИН<sup>17</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТА СПОСОБИ БОРОТЬБИ З КОЛОРАДСЬКИМ ЖУКОМ (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY.)**

**Анотація.** Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) є одним з найзначніших шкідників картоплі, що завдає серйозної шкоди врожаю по всьому світу. У цій статті досліджується детальний життєвий цикл цього шкідника, що включає етапи яйця, личинки, лялечки та дорослого жука, а також обговорюються сучасні підходи до боротьби з ним. Стаття надає практичні рекомендації для агровиробників щодо оптимізації боротьби з колорадським жуком, підкреслюючи важливість інтегрованого управління шкідниками для досягнення стійкого контролю і зменшення шкоди, завданої картопляним культурами. Особлива увага приділена біології розмноження і поведінковим особливостям, що впливають на успішність розмноження та розподіл шкідника.

**Ключові слова:** колорадський жук, личинка, захист рослин, пестициди, органічні методи, життєвий цикл, харчування, імаго, хімічний контроль, шкідник, картопля.

**Annotation.** The Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) is one of the most significant potato pests, causing serious damage to crops around the world. This article explores the detailed life cycle of this pest, including the egg, larva, pupa, and adult beetle stages, and discusses current approaches to controlling it. The article provides practical recommendations for growers to optimize the control of the Colorado potato beetle, emphasizing the importance of integrated pest management to achieve sustainable control and reduce damage to potato crops. Particular attention is paid to the biology of reproduction and behavioral features that affect the success of reproduction and distribution of the pest.

**Key words:** Colorado potato beetle, larva, plant protection, pesticides, organic methods, life cycle, nutrition, imago, chemical control, pest, potato.

**Вступ.** Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) є одним з найзначніших шкідників для пасльонових культур, зокрема картоплі, помідорів, баклажанів і перцю. Його шкідливість проявляється у значних економічних збитках, які спричиняє як для фермерів, так і для споживачів. Цей шкідник має довгу історію та значний вплив на аграрний сектор, що робить його важливим об'єктом для досліджень та розробки ефективних методів боротьби.

---

<sup>17</sup>Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Сучасний підхід до боротьби з колорадським жуком передбачає інтеграцію різних методів для досягнення максимальної ефективності.

Використання мульти дисциплінарних стратегій, що поєднують агротехнічні, хімічні, біологічні та органічні методи, дозволяє забезпечити більш стійкий і ефективний контроль над цим шкідником. Розробка і впровадження комплексних програм управління шкідниками є критично важливими для забезпечення життєдіяльності пасльонових культур і зменшення економічних втрат.

Життєвий цикл колорадського жука є ключовим елементом для розуміння його біології та розробки ефективних стратегій управління. Цей цикл включає кілька стадій розвитку – від яйця до дорослого жука. Кожна з цих стадій має свої особливості, які визначають, як і коли шкідник завдає шкоди рослинам. Яйця самиця відкладає на нижній частині листя, де личинки після відродження активно живляться, завдаючи значної шкоди рослинам. Перехід від личинки до дорослого жука відбувається через стадію лялечки, що вимагає знань для розробки ефективних методів контролю.

Зважаючи на серйозність проблеми, пов'язаної з колорадським жуком, важливо вивчити різні методи боротьби з ним. Існує багато стратегій, які можуть бути класифіковані на агротехнічні, хімічні, біологічні та органічні. Агротехнічні методи включають техніки зміни культур і використання стійких сортів рослин. Хімічний контроль використовує пестициди для знищення шкідників, але потребує обережності через потенційний вплив на навколишнє середовище та розвиток стійких популяцій. Біологічний контроль зосереджується на використанні природних ворогів жуків, а органічні методи пропонують еко-дружні рішення для контролю популяцій шкідників.

Таким чином, розуміння життєвого циклу колорадського жука і ефективних методів боротьби з ним є необхідним для збереження врожаїв і забезпечення стабільності аграрного виробництва. Це дослідження спрямоване на вивчення життєвого циклу колорадського жука та оцінку різних підходів до контролю, що дозволить розробити більш ефективні стратегії управління цим шкідником.

**Виклад основного матеріалу.** Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) є комахою з родини жуків-листодів, яка живиться листям рослин родини пасльонових, таких як картопля, баклажан, томат, солодкий перець, блекота.

Відомості про колорадського жука стали відомі людству в 1824 році, коли його виявив біолог Томас Сейєм. До того часу ці комахи знищували городні угіддя на північному сході Мексики, але пізніше їх завезли до Північної Америки. Саме там шкідник отримав свою назву, що звучить схоже на один з штатів країни. Жук швидко поширився на великі плантації картоплі в Колорадо, де майже повністю знищив урожай [1].

Колорадського жука легко впізнати серед інших шкідників завдяки його характерному вигляду. Це досить велика комаха, завдовжки приблизно 1 см і завширшки 5 мм. Її тверді крила мають молочний відтінок і покриті чорними



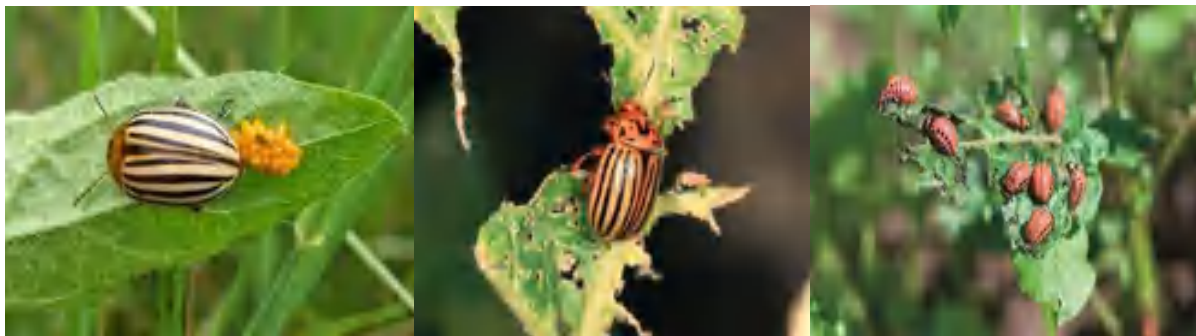
смужками – по 5 смужок на кожному крилі. Через таке забарвлення цей жук отримав свою латинську назву *Leptinotarsa decemlineata*, що перекладається як «десять ліній»[4].

Процес поширення колорадського жука включає два основні аспекти: кліматичний і екологічний.

**Кліматичний аспект** стосується освоєння нових територій, які стають придатними для розвитку жуків через зміни кліматичних умов.

**Екологічний аспект** пов'язаний з розселенням жуків і їх споживанням рослинної їжі в межах певного кліматом визначеного ареалу. Це регулюється не тільки екологічними властивостями самого виду, але й іншими факторами навколишнього середовища, які не пов'язані безпосередньо з кліматом.

Колорадські жуки зимують у ґрунті на глибині від 15 до 45 см. Навесні вони виходять на поверхню, живляться молодими рослинами, спарюються і відкладають яйця на нижню сторону листя(Рис 1.).



*Рис 1. Яйцекладка колорадського жука та пошкодження імаго та личинки*

Самиці колорадського жука відкладають яйця в період весни та літа. Протягом одного сезону кожна самиця може відкласти яйця тричі, причому в кожній кладці налічується близько 700 яєць. Яйця мають помаранчевий колір і виглядають як дрібні крупинки, які щільно прилягають одна до одної. Вони розташовані на нижньому боці листя. Личинки виходять з яєць через 5-17 днів.

Колорадський жук зазвичай живе близько року, хоча деякі індивіди можуть дожити до двох або навіть трьох років. У разі небезпеки жуки не намагаються летіти, а звальюються на землю і симулюють смерть, щоб уникнути загрози.

Ці знання дозволять ефективно планувати стратегії контролю, оскільки кожен етап життєвого циклу відкриває можливості для втручання.

Способи боротьби: механічні, хімічні, агротехнічні, біологічні.

**Механічні.** Найбільш екологічно чистим методом боротьби з колорадським жуком, хоча й найтрудомісткішим, є ручне збирання комах. Цей метод підходить лише для невеликих ділянок з картоплею і найкраще працює за сприятливих погодних умов. Зібраних жуків і їх личинок слід негайно знищувати. Для цього їх можна роздавлювати або занурювати в токсичний розчин, наприклад, у міцний сольовий розчин, гас або солярку. Яйця жуків можна знайти на рослинах, перевертаючи і ретельно оглядаючи кожен листок.

Уражене листя, яке містить яйцекладку, відривають і знищують, спалюючи або роздавлюючи.

*Хімічні.* Хімічні пестициди, такі як неонікотиноїди, піретроїди та органофосфати, є традиційними засобами боротьби з колорадським жуком. Неонікотиноїди (наприклад, імідаклопрід) та піретроїди (наприклад, ціперметрин) діють як нервові токсини, що викликають параліч і загибель шкідника. Органофосфати, такі як малатіон, впливають на ферменти, що контролюють нервову функцію.

На сьогодні існують три основні типи препаратів для боротьби з колорадським жуком: контактної дії, препарат системного захисту, мікробіологічні препарати.

Препарат контактної дії. Ці препарати ефективні тільки при безпосередньому контакті з шкірою комахи. Головною перевагою є те, що вони не всмоктуються рослинами і не накопичуються в картопляних бульбах та коренях. Однак, якщо йдуть дощі, ці засоби запросто змиваються водою. Слабкістю таких препаратів є те, що колорадський жук швидко звикає до них, тому їх слід регулярно змінювати, чергувати та використовувати нові, більш сучасні і ефективні засоби.

Препарат системного захисту. Застосовується для обробки картопляних бульб перед посадкою і забезпечує високу ефективність завдяки тривалому терміну дії. Він не змивається дощем або росюю і не викликає звикання у шкідників. Однієї обробки бульб перед посадкою достатньо для захисту врожаю від колорадського жука. Однак, цей препарат має деякі недоліки: він дуже токсичний і вимагає особливої обережності при використанні. Активна речовина, імідаклопрід, проникає в рослини і накопичується в бульбах і стеблах, тому його не слід застосовувати для ранніх сортів картоплі [5].

Мікробіологічні препарати. Препарати, які є найменш небезпечними серед усіх можливих варіантів, містять грам-позитивні ґрунтові бактерії роду (*Bacillus thuringiensis*). Ці бактерії впливають на травну систему колорадського жука, викликаючи його загибель через кілька днів.

Основні переваги таких препаратів включають їх безпеку для людей і тварин, відсутність шкоди для корисних комах та те, що вони не всмоктуються кореневою системою рослин. Тому ці препарати не накопичуються в бульбах і стеблах. Оброблені бульби можна вживати вже через п'ять-сім днів після обробки, а також ці препарати не викликають звикання у жуків.

Оцінка ефективності показує, що ці препарати можуть забезпечити швидке знищення популяції колорадського жука, зокрема в стадії дорослого жука та личинок.

*Агротехнічні.* Агротехнічні методи боротьби з колорадським жуком є ключовими у комплексному управлінні цим шкідником. Ось кілька ефективних підходів:

1) Сівозміна: Щорічна зміна місця посадки картоплі знижує ризик розмноження колорадського жука. Коли картопля вирощується на одному і

тому ж місці, жук знаходить постійне джерело їжі і може швидко розмножуватися.

2) Раннє посадження картоплі: Посадка картоплі на початку сезону дозволяє рослинам розвинути до того, як чисельність жуків досягне високого рівня, що зменшує шкоду від шкідника.

3) Обробка ґрунту: Глибоке перекопування ґрунту восени або ранньою весною допомагає знищити зимуючі личинки та лялечки колорадського жука. Це також сприяє зменшенню їхньої чисельності. Процедура оранки порушує їх зимівлю, виводячи їх на поверхню, де вони можуть загинути від морозу або бути знищені природними ворогами.

4) Підгортання: Регулярне підгортання картоплі дозволяє закопувати яйця та личинки, що знаходяться на нижніх листках. Крім того, цей процес стимулює ріст нових коренів, що покращує загальний стан рослин.

5) **Добре забезпечення водою та живленням:** Здорові рослини картоплі, що отримують достатню кількість води і поживних речовин, менш вразливі до атаки шкідників. Це допомагає підвищити їх стійкість до колорадського жука.

Біологічні. Біологічні методи боротьби з колорадським жуком використовують природні механізми для контролю чисельності шкідника. Вони є екологічно безпечними і можуть бути ефективними при правильному застосуванні [3].

1) **Використання хижих комах:** Впровадження природних ворогів колорадського жука, таких як сонечка, жулики, шпаки, або певних видів павуків, може значно зменшити популяцію шкідників.

2) **Феромонні приманки:** Використання феромонних пасток для привертання і ловлі дорослих колорадських жуків може допомогти зменшити їх чисельність. Феромони є хімічними сигналами, які залучають жуків до пасток. Вони не лише допомагають у відстеженні, але й можуть знижувати кількість дорослих жуків, що дозволяє зменшити їх популяцію.

3) Рослинні екстракти і фітофаги:

- Рослинні екстракти: Деякі рослинні екстракти, наприклад, з часнику або помідорів, можуть мати репелентний ефект проти колорадського жука. Вони можуть використовуватися як частина комплексного підходу до контролю шкідників.

- Фітофаги: Рослини, які є природними ворогами колорадського жука або їх личинок, можуть також бути використані в системі контролю. Наприклад, деякі види клеверу і різні злаки можуть знижувати привабливість ділянки для шкідників [1].

Застосування біологічних методів може бути ефективним способом контролю колорадського жука, особливо у поєднанні з іншими методами управління.

Дослідження в США виявили, що використання паразитичних нематод здатне зменшити кількість личинок колорадського жука на 50-60%. Крім того, хижі жуки продемонстрували свою ефективність, знижуючи чисельність колорадського жука на 40-50% у польових умовах [2].

Нещодавні дослідження вказують на перспективи використання нових технологій, таких як генетичне редагування та нові біоінсектициди. Розробка нових резистентних сортів картоплі і вдосконалення методів мульчування можуть суттєво підвищити ефективність контролю над колорадським жуком [3].

**Висновки.** В результаті виконання досліджень висвітлено та встановлено, що колорадський жук є серйозним шкідником, що завдає значної шкоди пасльоновим культурам. Розуміння його життєвого циклу є основою для розробки ефективних стратегій боротьби. Хімічні методи, біологічні підходи та агрономічні практики можуть бути успішно інтегровані для забезпечення контролю над шкідником. Ці методи боротьби з колорадським жуком продовжують відігравати ключову роль у контролі цього шкідника завдяки їхній швидкій дії і можливості значного зниження чисельності популяції

Важливо забезпечити комплексний підхід, що включає ротацію методів, постійний моніторинг і адаптацію стратегій у відповідь на зміни в популяції шкідника і умовах навколишнього середовища.

Перспективи розвитку нових технологій також можуть надати додаткові рішення для ефективної боротьби з колорадським жуком, зменшуючи його негативний вплив на сільське господарство і сприяючи підвищенню врожайності.

Для ефективного контролю над колорадським жуком необхідно застосовувати комплексний підхід, що включає поєднання хімічних, біологічних і агрономічних методів. Перспективи розвитку нових технологій, таких як генетичне редагування і нові біоінсектициди, можуть забезпечити додаткові рішення для боротьби з колорадським жуком. Важливо також постійно моніторити чисельність шкідника і адаптувати стратегії в залежності від змін в екосистемі та умовах вирощування.

Інтегрований підхід до управління колорадським жуком, що враховує всі ці аспекти, допоможе зменшити негативний вплив шкідника на сільське господарство і забезпечити сталий розвиток агропромислових систем.

### Список використаної літератури

1. Федоренко В.П., Покозій Й.Т., Круть М.В. Ентомологія. Київ: Колобіг, 2018. 380 с.
2. Crossley M. S., Rondon S. I., Schoville S. D. A Comparison of Resistance to imidacloprid in Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) populations collected in the Northwest and Midwest U.S. *American Journal of Potato Research*, 95, 2018. 495–503.
3. Гурманчук О.В., Бакалова А.В. Регулювання чисельності колорадського жука за використання біопрепарату Актофіт. *Органічне виробництво і продовольча безпека: Зб. матеріалів доп. учасн. IV Міжнар. наук.-практ. конф.: Житомир. 2016. С. 205–208.*
4. Мельничук М.Д., Ліханов А.Ф., Коваленко Т.М., Клюваденко А.А. Вторинні метаболіти та їх роль у системах адаптації і захисту рослин. Монографія. Вінниця: ВНАУ, видавництво ТОВ «Друк», 2022. 191 с.

**Анастасія ВЕРЕМЧУК<sup>18</sup>**,  
студентка 21-А групи,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

**Анотація.** У даній статті ми розглянули таку сільськогосподарську культуру як соняшник. На даний момент ця культура займає лідерські місця в Україні по посівним площам. Було висвітлено питання самої технології вирощування соняшника. Що потрібно робити, аби отримати гарний врожай. Також вияснили, які шкідники можуть бути на соняшнику і як вони можуть зіпсувати врожай, якщо з ними вчасно не почати боротись.

**Ключові слова:** соняшник, врожай, сорт, удобрення, шкідники, обробіток ґрунту.

**Annotation.** In this article, we considered such an agricultural crop as sunflower. At the moment, this culture occupies a leading position in Ukraine in terms of cultivated areas. The issue of the very technology of sunflower cultivation was highlighted. What needs to be done to get a good harvest. They also found out what pests can be on sunflowers and how they can spoil the crop if they are not dealt with in time.

**Key words:** sunflower, harvest, variety, fertilization, pests, soil cultivation.

**Вступ.** Соняшник звичайний (*Heliánthus ánnuus*), соняшник однорічний – вид трав'янистих рослин з роду соняшник родини айстрових [1]. Це широко розповсюджена сільськогосподарська культура. Це основна олійна культура України та одна з найважливіших олійних культур у світі. Комерційне виробництво соняшnikової олії було вперше запатентовано в Англії в 1716 році. Було виведено численні сорти з різним розміром суцвіть та вмістом олії в насінні. Плоди (насіння) вживають у їжу сирими або смаженими. З насіння виробляють соняшnikову олію. Макуха використовується на корм худобі та як сировина для халви. Стебла соняшника використовують як сировину для виробництва паперу. У безлісих районах їх також використовують як паливо. З попелу, що утворюється при спалюванні стебел, добувають поташ, який використовують у миловарінні, виробництві вогнетривкого та кришталевого скла, фарбуванні, а також як калійне добриво. Обмолочені суцвіття (кошики)

---

<sup>18</sup>Науковий керівник: Броннікова Л. Ф., старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії

використовують як корм для худоби. Високорослі сорти соняшнику збирають на силос. Соняшник висівають як проміжну культуру для затримання снігу на полях. Деякі сорти соняшнику використовуються в декоративних цілях. Соняшник також використовується як лікарська рослина. Висушене листя та крайові квітки використовують у настоянках для збудження апетиту. У народній медицині настій крайового язичка квітки використовують як жарознижувальний засіб.

Соняшникова олія є не тільки цінним продуктом харчування, але й важливим лікарським засобом. Соняшникова олія є не тільки цінним продуктом харчування, але й важливим лікарським засобом [4].

**Виклад основного матеріалу.** Соняшник (Рис. 1) – одна з основних культур в Україні, яка дозволяє отримати найбільше олії з одиниці площі.



*Рис. 1. Соняшник.*

Ті, хто планує вирощувати соняшник, повинні спочатку визначитися з двома основними завданнями:

- 1) Вибрати гібриди.
- 2) Знайти якісне насіння.

При виборі сортів і гібридів слід враховувати терміни дозрівання, стійкість до хвороб (в тому числі вовчка), стійкість до вилягання та розсіювання, стійкість до посухи, попередній урожай, а також те, що було зроблено з ґрунтом. І, звичайно, генетика! Селекціонери постійно виводять нові сорти, і деякі гібриди вже «запрограмовані» на високий потенціал врожайності. Деякі гібриди мають вищий вміст олії, ніж інші. При пошуку високоякісного насіння існує хибна думка, що велике насіння проростає швидше, ніж дрібне. Насправді, схожість залежить від глибини посіву соняшнику, температури (холод затримує проростання як дрібного, так і великого насіння) і швидкості надходження води до насіння. Соняшник віддає перевагу своєчасності! І тут головним орієнтиром є календар, а не погода. Для посіву соняшника ґрунт повинен прогрітися на глибину 5-10 см, а середньодобова температура - +12°C. Занадто ранній посів призведе до втрати сходів, гниття насіння та зріджених сходів. Не сійте в посушливих умовах. Зверніть особливу увагу на накопичення вологи у верхньому шарі ґрунту. Пропуск правильного часу для посіву призведе до затримки росту і зниження врожайності. Досвідчені фермери

вважають, що найкращий час для посіву – протягом 3-4 годин після оранки перед посівом. До речі, селекціонери щороку виводять нові морозостійкі сорти. Незабаром може настати день, коли соняшник вирощуватимуть як озиму культуру. Соняшник - світлолюбна рослина. Тінь і похмура погода затримують ріст і розвиток рослин, сприяють утворенню дрібного листя і знижують врожайність. При інтродукції на півночі вегетаційний період соняшника подовжується. Якщо сильна посуха трапиться на початку періоду цвітіння, деякі або всі рослини не зацвітуть, що, ймовірно, призведе до утворення порожнього насіння. Таким чином, загальна маса насіння з рослини значно зменшиться, що негативно вплине на врожайність. Тому при вирощуванні соняшнику в посушливих районах важливо забезпечити накопичення вологи в ґрунті за допомогою снігозатримання і танення снігу, зрошення та інших методів, які покращують водну систему. Густина посіву та способи сівби визначаються обраними гібридами. Однак існують загальні норми висіву. Класичний метод рекомендує відстань між рядами 70 см. Однак все більше і більше передових господарств переходять на суцільний посів. Для цього встановлюються сучасні посівні комплекси та збиральна техніка. Деякі фермерські компанії повідомляють про збільшення врожайності на 10-15% за допомогою цього методу.

Крім того, існує багато інших індивідуальних факторів, які впливають на норму висіву, таких як якість і стан ґрунту, вологість ґрунту, сорти і гібриди соняшнику. Для росту рослин підходить рН 6,0-6,8. Найкращими ґрунтами для соняшника є багаті на поживні речовини суглинисті та супіщані чорноземи. Соняшник погано росте на важких глинистих, піщаних, кислих і засолених ґрунтах.

Правильна сівозміна – запорука гарного врожаю. Соняшник дуже вибагливий, не терпить забур'янених полів і віддає перевагу теплим, вологим ґрунтам. Наприклад, ріпак, соя, горох і квасоля не підходять як попередники для соняшника, оскільки вони мають спільні з ним хвороби. Не варто сіяти соняшник після цукрових буряків або багаторічних культур. Це пов'язано з тим, що вони позбавляють ґрунт великої кількості вологи, необхідної соняшнику.

Соняшник також добре росте після картоплі, кукурудзи, озимої пшениці, ячменю та чорного пару.

Згідно з принципом сівозміни, соняшник має право повертатися на те саме поле лише через 6-8 років, коли земля відновиться. Втім, зараз вчені "відмивають" "репутацію" соняшника і доводять, що насправді він залишає в ґрунті набагато більше поживних речовин, ніж озимі культури. Крім того, після збору врожаю соняшнику, просто давши землі відпочити протягом шести місяців, можна повернути всі поживні речовини до ґрунту завдяки рослинним решткам.

У багатьох випадках озимі культури висівають одразу після соняшника. Сильні кореневі рештки соняшника забезпечують хорошу органічну масу для нового врожаю. Соняшник залишає до 7 тонн сухих залишків на гектар. Крім того, він багатий на магній і калій. Найкращими попередниками для соняшнику

є озимі зернові, ярі хлібні злаки (пшениця, ячмінь), що висіваються після чистого пару, та бобові культури. Не слід висівати соняшник після топінамбура, коренеплодів, багаторічних трав і суданської трави, тобто після культур, які мають спільні хвороби і значно висушують глибокі шари ґрунту. Рекомендується не висівати соняшник на тому ж полі не раніше, ніж через 5-7 років, щоб запобігти поширенню шкідників, особливо згубного кумського вовчка, який є паразитом соняшника і тютюну.

Обробіток ґрунту залежить від ґрунтово-кліматичних умов у регіоні вирощування. У багатьох регіонах вирощування соняшнику широко розповсюджений покращений зяблевий обробіток ґрунту. Два-три шари поверхневого обробітку ґрунту застосовують після виходу рослин, а потім проводять основний обробіток у вересні-жовтні. Двошарова оранка зменшує кількість бур'янів на 70-80% і покращує якість наступного обробітку ґрунту. У вологих районах застосовують подвійний обробіток ґрунту. Пошаровий обробіток ґрунту в поєднанні з глибоким обробітком ефективний для боротьби з коренепаростковими бур'янами. Глибокий обробіток ґрунту під соняшник не має переваг над звичайним обробітком, якщо чорноземи окультурені і не забур'янені багаторічними бур'янами. На перезволожених ґрунтах, де присутні зимуючі бур'яни та гнилі, весняну оранку під соняшник слід проводити одночасно з ранньою оранкою та двома-трьома переорюваннями.

Вміст олії в насінні соняшнику залежить від сорту та гібриду. Вже згадувалося, що деякі гібриди мають високий вміст олії, а інші - низький. Однак є багато інших факторів, які впливають на цей показник. Наприклад, дата посіву. Ранній посів позитивно впливає на вміст олії, оскільки збільшує життєвий цикл росту соняшнику, а отже, і вміст олії в насінні. Однак суха погода в період наливу соняшнику має дуже негативний вплив на вміст олії. Кількість опадів та використання зрошення під час вегетації соняшнику впливає на вміст жиру в насінні. Звичайно, оскільки важко контролювати погоду, єдиним способом є використання збалансованих добрив. Добрива можуть регулювати якість вмісту жиру в насінні. Поєднання азоту, фосфору та калію позитивно впливає на виповненість насіння. Фосфор безпосередньо сприяє підвищенню вмісту жиру в насінні.

Система живлення соняшнику включає основне внесення добрив під час зяблевого обробітку ґрунту та лінійне внесення добрив під час посіву. В якості основних добрив для соняшника використовують органічні та мінеральні добрива. Соняшник добре реагує на добрива. При внесенні органічних добрив під попередню культуру врожайність насіння підвищується на 2-3 ц/га. Як правило, найбільше підвищують врожайність азотно-фосфорні добрива. Використання лише фосфорних добрив є малоефективним. Калійні добрива не рекомендується вносити разом з азотними і фосфорними, оскільки вони не підвищують врожайність, а часто знижують її. Дози та ефективність добрив залежать від зони вирощування. Наприклад, у степовій зоні України найкращі результати дає внесення азотно-фосфорних добрив у нормі N30-60 і P60-90, тоді як у лісостеповій зоні - повних мінеральних добрив N45-60, P45-60 і K45-



60. Калійні добрива під соняшник зазвичай вносять на бідних на калій ґрунтах. Врожайність соняшнику підвищується при використанні комбінації органічних і мінеральних добрив. Внесення поживних речовин перед посівом значно підвищує врожайність.

На полях соняшнику в Україні налічується близько 60 видів шкідників. Гусениці (Рис. 2), довгоносики (Рис. 3) та чорні жуки – це лише кілька прикладів того, як вони люблять поїдати соняшник. Вони можуть знищити до 60% врожаю або навіть більше [2]. Основний спосіб запобігти появі шкідників – дотримуватися правил сівозміни. А саме, чергування культур та раціональне планування сусідства. А також боротьба з бур'янами, оскільки бур'яни є розсадником шкідників. Посіви соняшнику менше піддаються впливу шкідників у господарствах, які дотримуються правильних технологій вирощування. Це означає дотримання термінів посіву, густоти та глибини посіву. Сучасні селекціонери також не стоять на місці і постійно вдосконалюють розробку стійких до шкідників сортів і гібридів.

Однак у більшості господарств одних лише профілактичних заходів недостатньо і обирають більш простий метод – протруєне насіння. Це хімічний метод боротьби зі шкідниками. Причому, залежно від кількості та виду шкідників, обприскування проводять на різних етапах вегетації рослини. Боротьба зі шкідниками триває і після збору врожаю. Глибока оранка і подрібнення корневих залишків вбиває личинки шкідників [3].



*Рис. 2. Гусениця.*



*Рис. 3. Довгоносики.*

Вовчок (Рис. 4) – нічний кошмар агронома. Це найпоширеніша рослина-паразит. І вона вже широко розповсюджена на посівних площах по всій країні. Насіння вовчка дуже дрібне і легко розноситься комбайнами, які працюють на заражених полях, або вітром. Дослідники виявили, що хвороба може мутувати і залишатися в землі до 20 років! Як наслідок, провідні світові селекціонери наразі не можуть повністю вирішити цю проблему. Тому нові гібриди соняшнику схильні до нових мутацій вовчка. Однак комплексний контроль може бути ефективним:

- Організація сівозміни
- Обробка гербіцидами
- Використання стійких до вовчка сортів.

Ще один цікавий підхід. Вовчок проростає на кукурудзі, льоні, сої, сорго та люцерні, але не може паразитувати на цих культурах і в результаті гине.



*Рис. 4. Вовчок соняшниковий.*

Оптимальна система удобрення соняшника складається з трьох етапів:

- 1) основне живлення;
- 2) Передпосівне внесення добрив;
- 3) Підживлення соняшника.

Внесення мінеральних добрив у ґрунт має важливе значення. Соняшник споживає добрива протягом усього вегетаційного періоду. Передпосівне внесення добрив і підживлення є додатковими засобами поліпшення стану культури на різних етапах, але основою є внесення добрив під соняшник при вирощуванні цієї культури. Протягом усього періоду росту і розвитку соняшник поглинає різну кількість поживних речовин. Спочатку рослина не потребує багато поживних речовин, але згодом ситуація кардинально змінюється. Професори В. Лихочвор і В. Петриченко, автори книги "Фізіологічна роль елементів живлення і систем удобрення польових культур", пишуть про поглинання і дефіцит трьох ключових поживних речовин:

- Азот поглинається рівномірно протягом вегетації. З моменту появи 3-4 пар листків до цвітіння використовується 70-80% азоту. Дефіцит азоту має негативний ефект, особливо під час формування плодової головки. Надлишок азоту знижує вміст олії та призводить до надмірного росту.

- Фосфор поглинається рослиною від сходів до цвітіння. Дефіцит фосфору негативно впливає на формування та наповнення плодів і обмежує продуктивність соняшнику. Достатня кількість фосфору підвищує стійкість рослини до посухи та збільшує вміст олії в насінні.

- Калій підвищує посухостійкість рослин, утримує воду та зменшує випаровування".

Іншим важливим елементом є магній. Його дефіцит зменшує вагу тисяч насінин. Однак необхідно забезпечити правильне співвідношення калію і магнію. Це пов'язано з тим, що надлишок одного з них перешкоджає засвоєнню іншого. Бор відіграє важливу роль у врожайності. Соняшник найбільше потребує бору в період росту молодих листків. Коли рослинам не вистачає бору, це візуально помітно, оскільки суцвіття не формуються, а листя деформується. Бор бере участь у формуванні кількості плодкових колосків у кошику, проростанні пилку та заплідненні квіток. Соняшник потребує втричі більше сірки, ніж зернові культури. Дефіцит цього елемента зростає, особливо якщо перед посівом випала велика кількість сезонних опадів. Оскільки сірка вимивається з ґрунту, не рекомендується вносити її восени, а краще перед посівом навесні. Соняшник також добре реагує на середні та мікроелементи. Важливими є цинк, мідь, залізо та молібден.

Діамофоска, нітроамофоска, суперфосфат і змішані добрива використовуються в основному вирошуванні соняшнику. Українські фермери все частіше віддають перевагу комбінованим добривам. Вони більш ефективні, оскільки, крім трьох основних поживних речовин, містять середні та мікроелементи і забезпечують збалансоване живлення в одному зерні. Вони також легше засвоюються і, що не менш важливо для фермерів, вимагають менше техніки на полі. Повнозмішані добрива зазвичай використовуються для передпосівного внесення. Добрива вносяться з боків рядків, а не в самі лунки. Воно повинно бути приблизно на 5 см глибше, ніж насіння. Азотно-фосфорні добрива або повні мінеральні добрива використовуються для початкового позакореневого підживлення соняшнику. Ці добрива слід вносити, коли вже сформувалися два або три комплекти листя. Позакореневе підживлення також проводять мікродобривами. Воно особливо ефективне, коли ґрунт недостатньо вологий. Це забезпечує швидке та ефективне надходження поживних речовин, що важливо на етапі формування кошика. Перед зав'язуванням кошика (3-8 листків) вносять друге мінеральне добриво. Особливо важливими тут є бор, марганець і цинк. Вони відповідають за формування більшої маси насіння в майбутніх кошиках. Норма внесення мінеральних добрив під соняшник залежить від ряду факторів, включаючи попередника, заплановану врожайність, властивості ґрунту та рівень вологості.

**Висновки.** Отже ми вияснили якою ж є технологія вирошування соняшника. Потрібно насамперед знати яке насіння краще для сівби і на яких ґрунтах є сіяти. Далі необхідно знати як саме його висівати, які добрива вносити. Також не варто забувати про боротьбу зі шкідниками, яких є досить багато. Потрібно знати, що це за шкідники і як саме з ними боротися. Однак

незважаючи на низку тяжкостей соняшник продовжує тримати лідерські позиції на українських полях.

### Список використаної літератури

1. Ю. Кобів Ю. М. *Helianthus annuus*. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин. Київ: Наукова думка, 2004. 800 с. (Словники України).
2. Федоренко В.П., Ретьман С.А., Шевчук О.О. та ін. Соняшник: шкідники й хвороби. *Пропозиція*. 2006. №6. С. 96–97.
3. Фокін А.В. Система захисту соняшнику від шкідників. *Пропозиція*. 2006. № 6. С. 82–88.
4. Кононюк А.А. Соняшник – провідна культура АПК України *Агровісник України*. 2007. №1 (13). С. 47–50.

**Діана БАГРІЙ<sup>19</sup>**,  
Студентка 2 курсу,  
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин  
ННІ агротехнологій та природокористування,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ. ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ

***Анотація.** У даній статті досліджуються характеристики та властивості різних типів ґрунтів, що є характерними для території України, зокрема чорноземів, каштанових ґрунтів, лісових та болотних ґрунтів. Особлива увага приділяється проблемі підвищення родючості ґрунтів та методам її вирішення. Стаття розглядає різні підходи до цієї проблеми, включаючи агротехнічні заходи, використання органічних та мінеральних добрив, екологічні аспекти та агроінженерні рішення. Дослідження засноване на аналізі наукових джерел та практичного досвіду, що робить його цінним ресурсом для розуміння сучасного стану та перспектив розвитку ґрунтів на території України.*

***Annotation.** This article examines the characteristics and properties of different types of soils, which are characteristic of the territory of Ukraine, in particular, chernozems, chestnut soils, forest and swamp soils. Special attention is paid to the problem of increasing soil fertility and methods of solving it. The article examines various approaches to this problem, including agrotechnical measures, the use of organic and mineral fertilizers, environmental aspects and agro engineering*

---

<sup>19</sup>Науковий керівник: Забарна Т.А., канд. с.-г. н. ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

*solutions. The study is based on the analysis of scientific sources and practical experience, which makes it a valuable resource for understanding the current state and prospects of soil development in Ukraine.*

**Вступ.** Ґрунти України, що є однією з найбільш аграрних країн у світі, відіграють важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку сільського господарства. Характеристика та властивості цих ґрунтів є ключовими для розуміння їх потенціалу та визначення шляхів підвищення родючості. Сучасна економічна та екологічна ситуація ставить перед українським сільським господарством складні завдання, серед яких підвищення родючості ґрунтів займає важливе місце. Необхідно звернути увагу на актуальність дослідження характеристик та властивостей ґрунтів України та необхідність розвитку ефективних стратегій для підвищення їх родючості.

**Виклад основного матеріалу.** Визначення виду ґрунту зазвичай пояснюють елементи, з яких складається речовина: пісок, глина і мул. Таким чином, існує три основні матеріали для побудови різних видів земель з їх сильними і слабкими сторонами. Намагаючись зрозуміти, в чому полягає різниця, слід звернути увагу на розмір частинок. Найменші з них характерні для глини. Чим дрібніше частинки, тим менше повітря залишається між ними і тим ближче вони прилипають одна до одної [5].

### **Види ґрунту**

#### **Піщані ґрунти**

У піщаних ґрунтах переважає пісок та мала частка перегною. Також вони досить добре пропускають воду, проте його потрібно частіше поливати та вносити органічні добрива (компост або торф). Частіше вносять необхідними дозами швидкодіючі мінеральні добрива.



*Рис.1. Піщаний ґрунт [2].*

#### **Супіщані ґрунти**

За своїми якостями кращими є супіщані ґрунти. Вони добре прогріваються, пропускають воду, є повітряними та їх легко обробляти. Кірка не утворюється після дощу, адже вони швидко просихають. Оскільки такі

грунти бідні на поживні речовини, тому мінеральні добрива вносяться частіше невеликими дозами. Вносять торф та гній.



*Рис. 2. Супіщаний ґрунт [3].*

### **Суглинкові ґрунти**

Суглинкові ґрунти – це проміжні між піщаними ґрунтами та глинистими. Вони володіють великим запасом поживних речовин, які є доступними для рослин, містять частинки пилу, легко обробляються та відрізняються зернистою структурою. Даний ґрунт дає багатий урожай, якщо він багатий гумусом та не є кислим.



*Рис. 3. Суглинковий ґрунт [3].*

### **Кам'янисті ґрунти**

Кам'янистий ґрунт найчастіше має кисле середовище та бідний на поживні речовини. Також характеризуються малим шаром родючого ґрунту, що лежить на кам'янистому ложі. Поживні речовини постійно вимиваються водою, тому ґрунт містить незначну їхню частину. Іноді можуть зустрічатися перехідні ґрунти, у яких можуть переважати якості іншого основного виду.



*Рис. 4. Кам'янистий ґрунт [4].*

## Глинисті ґрунти

Відрізняються великою щільністю і в'язкістю, повільно прогріваються навесні, вбирають багато води, проте погано пропускають її вглиб, їх важко обробляти, адже вони є холодними. При перекопуванні поверхня покривається кіркою також утворюються великі грудки, літом під час дощу-запливають, а під час посухи розтріскуються. Даний ґрунт необхідно удобрювати гноєм, вносити в них золу, пісок та вапно, адже вони добре утримують поживні речовини [1].



Рис. 5. Глинистий ґрунт [6].

Таблиця 1

### Порівняння основних компонентів ґрунту [5]

Пісок (розмір частинок 0,05-2 мм)	Глина (розмір частинок <0,002 мм)	Мул (розмір частинок 0,002 – 0,05 мм)
Легко обробляти	Важко обробляти	Легко обробляти
Бідний поживними речовинами	Багатий поживними речовинами	Містить достатньо поживних речовин
Швидко сохне	Сохне повільно, але тріскається при висиханні	Сохне не надто швидко, але тріскається при висиханні і вимагає обробки землі для кращої циркуляції повітря
Швидко прогрівається після зими	Після зими повільно прогрівається	Швидко прогрівається після зими
Погано тримає воду	Затримує воду занадто довго	Добре дренує, але зберігає достатню кількість вологи
Швидкість всмоктування* (0,6 дюйма / годину)	Швидкість всмоктування (0,1 дюйма / годину)	Швидкість всмоктування (0,3 дюйма / годину)
Ємність поля** (0,1%)	Ємність поля (0,357%)	Ємність поля (0,255%)

Швидкість всмоктування – це час, необхідний землі для поглинання кількості води.

Ємність поля – це відсоток вологи в землі після того, як більше не залишилося води.

## Типи ґрунтів

### Чорнозем

Утворюється на карбонатних породах під багатою трав'янистою рослинністю. Велика кількість поживних речовин, які накопичуються у ґрунті, створюють потужний гумусовий родючий горизонт, утворюється завдяки помірній кількості опадів із залишків перегнилих рослин [6].



*Рис.6. Чорнозем [6]*

**Дерново-підзолисті ґрунти.** Мають досить кислу реакцію ґрунту, оскільки містять велику кількість сполук заліза та алюмінію, тому дані ґрунти не підходять для вирощування більшості культур, які віддають перевагу більш нейтральному ґрунту також містять невелику кількість родючого гумусу-2%.

**Опідзолені чорноземні ґрунти.** Ці землі є цілком родючими та придатними для агрономії. Завдяки широколистяним лісам, що покривали степові простори, ґрунт має досить потужний гумусовий шар-5%. В основному опідзолені чорноземні ґрунти поширені на півночі лісостепової зони (Волинської, Подільської, Придніпровської, Середньоруської височин).

**Каштанові ґрунти.** Для того, щоб успішно вирощувати на цих землях культурні рослини, необхідно виробляти окислення ґрунту та забезпечити додаткове його зрошення, адже відрізняються ці ґрунти зниженою вологістю та низьким вмістом гумусу-3%. Основою успішного землеробства на каштанових ґрунтах є боротьба із вітровою ерозією та засухою. Каштанові ґрунти переважають у степових зонах України, де досить сухий клімат, на ділянках з бідною рослинністю, присутні сильні висушуючі ґрунти вітру та висока лужна реакція ґрунту.

**Бурі лісові ґрунти.** Ґрунт має бурий відтінок завдяки високому вмісту сполук заліза. Вміст гумусу в них становить не більше 3-4%, як правило буроземі щебеневі та щільні. У північних слонах Криму та у районі висотний



Карпат переважають бурі лісові ґрунти, які були сформовані змішаними, листяними та широколистяними лісами [7].



*Рис. 7. Карта ґрунтів України*

### **Підвищення родючості ґрунту: основні заходи**

Від типу ґрунту залежать методи окультурення, тому перед початком заходів щодо підвищення родючості ґрунту потрібно вивчити, які типи ґрунту переважають на ділянці.

Для того щоб підвищити родючість землі в зоні дерново-підзолистих та підзолистих ґрунтів, проводять такі заходи:

- правильна обробка ґрунту;
- застосування сівозмін;
- посів багаторічних трав і сидератів;
- боротьба з надлишковим зволоженням ґрунту;
- внесення органічних і мінеральних добрив за потребою культури вапнування.

Для поліпшення якості ґрунту (суміш гірчиці, вівса та жита), вирощують сидерати. Накопичуються мінерали з глибоких шарів ґрунту у самих рослинах та їх корінні. Для того, щоб створити мульчу, необхідно сидерати підрізати та залишити перегнивати. Створює гумус, коріння, яке розкладається залишаючись у ґрунті.

У зоні сірих і бурих лісових ґрунтів підвищення родючості ґрунтів полягає, у створенні потужного родючого орного шару за допомогою використання мінеральних та органічних добрив за потребою культури. Також необхідно застосовувати посів сидератів та сивозмін, неминучою є боротьба з ерозією ґрунтів.

Правильно потрібно використовувати високу потенційну родючість у чорноземній зоні, охороняти гумусовий горизонт від руйнування, щоб підвищити родючість цих ґрунтів. Для цього необхідно проводити заходи по правильній витраті вологи та накопиченню, правильно обробляти ґрунт. Також застосовувати сівозміни, створювати захисні лісосмуги від вітрової ерозії.

Використовується також зрошення, але воно повинно бути організовано так, щоб не допустити засолення ґрунтів.

Сільгоспкультури страждають від посухи у зоні сухого степу. Для вирощування цих культур використовують зрошення, яке загрожує вторинним засоленням. Тут треба чітко дотримуватися термінів та норм поливів. Для боротьби з поширеною солонцюватістю необхідно проводити травосіяння, гіпсування на тлі зрошення, правильно вносити мінеральні та органічні добрива.

При правильному веденні господарства будь-який ґрунт може поліпшити показники родючості. При дбайливому і уважному ставленні до землі можна домогтися гарних врожаїв. Аналіз ґрунту на родючість проводиться в спеціалізованих лабораторіях як з метою моніторингу землі, так і для оцінки придатності ділянки для ведення сільського господарства [8].

**Висновки.** У даній статті розглядалися характеристика та властивості ґрунтів України, які визначаються багатством її природних ресурсів. Виявлено, що ґрунти країни відрізняються значною різноманітністю в залежності від регіону, кліматичних умов, та інших факторів. Важливим аспектом дослідження є підвищення родючості ґрунтів, що є важливим завданням для сільськогосподарського сектору та економіки в цілому. Для досягнення цієї мети необхідно впроваджувати сучасні технології землеробства, враховуючи специфіку кожного регіону, а також здійснювати раціональне використання добрив, зберігання ґрунтового покриву та лісостепових масивів. Водночас, важливо підтримувати наукові дослідження та розвивати сучасні агротехнології, спрямовані на збільшення плодючості ґрунтів, що є стратегічно важливим завданням для сталого розвитку сільськогосподарського сектору України.

#### Список використаних джерел

1. Губіна К.Є., Маслов О.А. Текстура – механічний склад ґрунту. Аналітична лабораторія АгроТест. 2021. URL:<https://agrotest.com/article/tekstura-mehanicznyj-sklad-gruntu> (Дата звернення 23.08.2024)
2. Рослини для піщаних ґрунтів. Васильєв сад. URL:<https://www.vasilevsad.com.ua/roslyny-dlya-pishhanyh-gruntiv> (Дата звернення 22.08.2024)
3. Толмачова О. Види садового ґрунту: як визначити тип, як поліпшити структуру, і які рослини вирощувати. Яскрава клумба. URL:<https://yaskravaklumba.com.ua/ua/stati-i-video/interesno-znat/vidy-sadovoi-pochvy-kak-opredelit-tip-kak-uluchshit-strukturu-i-kakie-rasteniia-vyrashchivat>(Дата звернення 25.08.2024)
4. Труднощі вирощування кукурудзи на кам'янистому ґрунті. Суперагроном. 20 травня 2019. URL:<https://superagronom.com/articles/260-trudnoschi-viroshchuvannya-kukurudzi-na-kamyanistomu-gruntі>(Дата звернення 28.08.2024)
5. Види та типи ґрунтів, їх основні властивості. 27.10.2020. URL:<https://eos.com/uk/blog/vydy-ta-typy-gruntiv> (Дата звернення 26.08.2024)

6. Як покращити глинистий ґрунт. Агромаркет. 20 травня 2022. URL:[https://agro-market.net/ua/news/tips\\_and\\_advice/kak\\_uluchshit\\_glinistuyu\\_pochvu/](https://agro-market.net/ua/news/tips_and_advice/kak_uluchshit_glinistuyu_pochvu/)

7. Світалінський М. Ґрунти України: основні типи та їх характеристика. 01.05.2022. URL:[https://nrv.org.ua/grunty-ukrayiny-osnovni-tyпу-ta-yih-harakterystyka/#google\\_vignette](https://nrv.org.ua/grunty-ukrayiny-osnovni-tyпу-ta-yih-harakterystyka/#google_vignette)(Дата звернення 23.03.2024)

8. Як поліпшити родючість ґрунту. УкрХімАналіз. 15 травня 2019. URL:<https://himanaliz.ua/uk/yak-polipshiti-rodyuchist-gruntu>(Дата звернення 22.08.2024)

**Катерина БАЛАКІР<sup>20</sup>**,  
студентка 4-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕФІРООЛІЙНИХ: М'ЯТА ПЕРЦЕВА, ШАВЛІЯ МУСКАТНА, ЛАВАНДА**

**Анотація.** У статті досліджено сучасні технології вирощування ефіроолійних культур, таких як м'ята перцева, шавлія мускатна та лаванда. Розглянуто ключові агротехнічні заходи, включаючи вибір ділянки, підготовку ґрунту, догляд за рослинами та методи збирання врожаю. Особливу увагу приділено впливу сучасних технологій на врожайність та якість ефірної олії, а також перспективам розвитку галузі. Виявлено, що інтеграція біологічних методів захисту рослин та застосування точного землеробства сприяють підвищенню екологічності та ефективності виробництва.

**Ключові слова:** ефіроолійні культури, м'ята перцева, шавлія мускатна, лаванда, агротехнічні заходи, ефірна олія, сучасні технології.

**Annotation:** The article explores modern cultivation technologies of essential oil crops such as peppermint, clary sage, and lavender. Key agronomic practices, including site selection, soil preparation, plant care, and harvesting methods, are examined. Special attention is given to the impact of modern technologies on the yield and quality of essential oils, as well as the prospects for the industry's development. It was found that integrating biological plant protection methods and applying precision agriculture enhances the ecological sustainability and efficiency of production.

**Keywords:** essential oil crops, peppermint, clary sage, lavender, agronomic practices, essential oil, modern technologies.

---

<sup>20</sup>Науковий керівник: Шевченко Н.В. кандидат .с.-г. наук., старший викладачка фебри рослинництва та садівництва ВНАУ

**Вступ.** Вирощування ефіроолійних культур, таких як м'ята перцева, шавлія мускатна та лаванда, є важливою складовою сучасного агропромислового комплексу. Ефірні олії, що отримуються з цих рослин, широко використовуються у фармацевтичній, косметичній, харчовій промисловості, а також у медицині, завдяки своїм цілющим властивостям. Проте, незважаючи на значний прогрес у технологіях вирощування та переробки ефіроолійних культур, багато аспектів цієї галузі залишаються недостатньо дослідженими.

Останні дослідження, спрямовані на підвищення врожайності та якості ефірної олії, зосереджуються на оптимізації агротехнічних заходів, застосуванні новітніх технологій та селекції нових сортів. Проте питання стійкості рослин до змін клімату, ефективного використання ресурсів та інтеграції сучасних технологій з традиційними методами все ще залишаються актуальними. Важливим є також дослідження впливу різних факторів на накопичення ефірних олій у рослинах, що дозволить підвищити їхній вміст і забезпечити стабільну якість продукції.

Метою цієї статті є аналіз сучасних технологій вирощування м'яти перцевої, шавлії мускатної та лаванди, а також визначення перспективних напрямів розвитку цієї галузі. Особлива увага приділяється питанням оптимізації агротехнічних заходів, які дозволять підвищити продуктивність рослин і якість ефірної олії, що в них міститься. Таким чином, стаття покликана ліквідувати деякі «білі плями» у розумінні впливу сучасних агротехнологій на ефективність вирощування ефіроолійних культур, що має велике значення для подальшого розвитку цієї галузі.

**Виклад основного матеріалу.** Ефіроолійні культури, такі як м'ята перцева, шавлія мускатна та лаванда, мають значний попит на міжнародному ринку через їхні корисні властивості та широкий спектр застосувань у різних галузях промисловості, включаючи фармацевтику, косметику, харчову промисловість і ароматерапію. Правильний вибір технології вирощування цих культур є вирішальним чинником для забезпечення високої врожайності та отримання якісної ефірної олії, яка зберігає максимальну концентрацію корисних речовин.

М'ята перцева (*Mentha piperita*) – це багаторічна рослина, що відома своєю сильною ароматичною олією, яка використовується в медичних, косметичних і кулінарних цілях. Для забезпечення високої врожайності та якості олії необхідно враховувати кілька важливих чинників, які впливають на процес вирощування.

Початковим етапом технології вирощування м'яти перцевої є вибір відповідної ділянки для посадки. М'ята найкраще розвивається на добре дренованих ґрунтах з помірною вологістю, нейтральною або слаболужною реакцією ґрунтового розчину (рН 6.0–7.0) та гарною аерацією. Підготовка ґрунту починається з осінньої обробки на глибину 25–30 см з внесенням органічних добрив для підвищення родючості. Органічні добрива, зокрема перегній або компост, слід використовувати для поліпшення структури ґрунту

та збереження вологості. Після зимового періоду ділянку треба розпушити, зберігаючи шар мульчі, щоб запобігти втраті вологи та розвитку бур'янів [4].

Посадку м'яги перцевої проводять або кореневищами, або розсадою, залежно від умов. Рекомендується висаджувати м'яту в період з середини квітня до початку травня, коли температура ґрунту прогріється до  $+10^{\circ}\text{C}$ . Кореневища висаджують на глибину 8–10 см із шириною міжрядь 40–50 см. Для кращого розвитку рослин важливо дотримуватись щільності посадки: приблизно 60–70 тисяч рослин на 1 гектар.

Протягом усього вегетаційного періоду м'ята потребує регулярного поливу, особливо в період інтенсивного росту, коли відбувається активний синтез ефірної олії. Поливання здійснюють у міру висихання верхнього шару ґрунту. М'ята добре реагує на дощування, але надмірне зволоження може призвести до ураження кореневої системи гниллю. Оптимальні температурні умови для росту м'яги становлять  $18\text{--}24^{\circ}\text{C}$ . Важливо також забезпечити захист від бур'янів, які можуть знижувати врожайність та впливати на якість продукції. Для боротьби з бур'янами застосовують мульчування органічними матеріалами, такими як солома або тирса, або використовують спеціалізовані гербіциди, безпечні для ефіроолійних культур.

Збирання врожаю м'яги проводять у період її повного цвітіння, коли концентрація ефірної олії у рослині досягає максимуму. Цей період зазвичай настає через 60–70 днів після посадки. Збирати м'яту слід рано вранці або пізно ввечері, коли вміст ефірної олії найвищий. Після збирання рослини сушать у тіні при температурі не вище  $35^{\circ}\text{C}$ , щоб уникнути втрат ефірної олії. Переробка м'яги на ефірну олію здійснюється методом парової дистиляції, що дозволяє зберегти максимальний вміст активних речовин.

Шавлія мускатна (*Salvia sclarea*) є важливою ефіроолійною культурою, що використовується для виробництва ароматичних речовин і лікувальних препаратів. Вона широко відома своїми антисептичними та протизапальними властивостями, що робить її незамінною для фармацевтичної та косметичної індустрії [1].

Однією з важливих особливостей шавлії мускатної є її висока стійкість до посухи, що дозволяє вирощувати рослину в умовах з обмеженим водопостачанням. Водночас шавлія потребує добре освітлених ділянок, оскільки рослина є світлолюбною і вимагає великої кількості сонячного світла протягом усього вегетаційного періоду. Оптимальні температури для вирощування шавлії варіюються в межах  $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ .

Шавлія росте на різних типах ґрунтів, але найкраще підходять родючі, добре дреновані ґрунти з нейтральною реакцією (рН 6.5–7.0). Підготовка ґрунту для посадки шавлії аналогічна підготовці для м'яги: глибоке розпушування, внесення органічних добрив та підтримання вологості. Рослина потребує доброго дренажу, оскільки надмірне зволоження може призвести до гниття кореневої системи.

Розмноження шавлії мускатної проводять насінням або розсадою. Насіння висівають навесні на глибину 1–1.5 см з міжряддями 60–70 см. У перші роки

розвитку рослина потребує регулярного поливу, але після вкорінення шавлія може переносити тривалі періоди посухи. Однак, щоб забезпечити високі врожаї, у періоди без дощів рекомендується організувати крапельне зрошення [8].

Догляд за шавлією полягає у своєчасному розпушуванні ґрунту, боротьбі з бур'янами та шкідниками. Використання біологічних засобів захисту рослин та органічних добрив дозволяє підвищити вміст ефірної олії та покращити якість продукції. Щоб уникнути втрат врожаю, важливо здійснювати профілактику грибкових захворювань, таких як іржа чи борошниста роса.

Збирання шавлії мускатної проводиться в період початку цвітіння, коли вміст ефірної олії в рослині є максимальним. Зібрані рослини необхідно сушити в сухих, добре провітрюваних приміщеннях, уникаючи прямого сонячного світла. Для отримання ефірної олії використовують метод парової дистиляції.

Лаванда (*Lavandula angustifolia*) — одна з найпопулярніших ефіроолійних рослин, яку використовують для виробництва ароматичних та косметичних засобів, а також у лікувальних цілях. Її приємний аромат і заспокійливі властивості роблять лаванду цінною сировиною для парфумерної та косметичної індустрій.

Лаванда невибаглива до умов вирощування, але найкращі результати дає на добре дренованих, легких ґрунтах з високим вмістом кальцію та нейтральною реакцією (рН 6.5–7.5). Рослина добре переносить засуху, але для досягнення оптимальної врожайності необхідно забезпечити регулярний полив на початкових етапах росту та в період бутонізації.

Лаванда є світлолюбною рослиною, тому її вирощують на добре освітлених ділянках, де мінімум затінення. При підготовці ґрунту необхідно провести глибоке розпушування та внести добрива, багаті на калій і фосфор, що сприятимуть кращому розвитку кореневої системи та накопиченню ефірної олії. Посів лаванди можна проводити як насінням, так і розсадою, але більш ефективним є розсадним способом вирощування. Для цього підготовлені живці або розсаду висаджують у відкритий ґрунт навесні, після того як мине загроза пізніх заморозків. Відстань між рослинами в ряду має бути 30–40 см, а міжряддя залишають шириною 50–60 см, що забезпечує достатній простір для розвитку кущів і полегшує догляд за ними [7].

Протягом першого року після посадки лаванда вимагає особливої уваги. Потрібно регулярно поливати рослини, особливо в посушливі періоди, та проводити прополювання міжрядь, щоб уникнути заростання бур'янами. Для збереження вологи в ґрунті й підтримки стабільного мікроклімату навколо кореневої системи ефективно використовувати мульчування. Мульчування також сприяє зменшенню кількості бур'янів і покращенню структури ґрунту.

Лаванда не потребує інтенсивного внесення добрив, але для досягнення високої врожайності рекомендується здійснювати підживлення мінеральними добривами навесні, перед початком активного росту. Оптимальним є використання комплексних добрив із вмістом азоту, фосфору та калію. Надмірне підживлення азотними добривами може призвести до надмірного росту зеленої маси на шкоду концентрації ефірної олії в рослинах.

Один з важливих аспектів догляду за лавандою – формування куща. У перший рік після посадки рекомендується обрізати квіткові стебла, щоб стимулювати розвиток міцної кореневої системи і густої крони. У подальші роки обрізку проводять раною весною, видаляючи сухі та пошкоджені пагони, а також підрізаючи кущ на третину, щоб зберегти компактну форму рослини і запобігти витягуванню пагонів. Обрізка сприяє стимуляції росту нових пагонів, які дають найвищий вихід ефірної олії.

Лаванда є стійкою до багатьох шкідників і хвороб завдяки високому вмісту ефірної олії, що має антисептичні властивості. Однак, у деяких випадках можливе ураження рослин грибковими захворюваннями, такими як сіра гниль або фузаріоз. Для профілактики захворювань слід уникати надмірного зволоження ґрунту і забезпечувати хорошу вентиляцію насаджень. При перших ознаках захворювання рекомендується видалити уражені частини рослин та провести обробку фунгіцидами [6].

Збирання врожаю лаванди проводиться під час масового цвітіння, коли квіти повністю розкрилися, але ще не почали втрачати своїх пелюсток. Це забезпечує максимальний вміст ефірної олії в сировині. Збирають лаванду зазвичай у ранкові години, коли концентрація олії в квітах найвища. Зрізані квіти та стебла сушать у провітрюваних приміщеннях або під навісами при температурі не вище 35°C, щоб уникнути втрати аромату і цінних властивостей олії.

Переробка лаванди на ефірну олію здійснюється методом парової дистиляції, що дозволяє отримати високоякісну олію з високим вмістом активних речовин. Ефірна олія лаванди широко використовується в парфумерії, косметичці та медицині завдяки своїм заспокійливим, протизапальним та антисептичним властивостям.

Ефірні масла накопичуються в плодах, насінні, листі, квітках, кореневищах та інших частинах рослин. Плодові ефіроолійні культури також містять значну кількість звичайної (жирної) олії. Ефірну олію отримують методом дистиляції водяною парою, а жирну – шляхом екстрагування органічними розчинниками. Основні ефіроолійні культури відрізняються за вмістом ефірної та жирної олії (табл. 1).

**Таблиця 1**

**Вміст ефірної і жирної олії в ефіроолійних культурах**

Культура	Орган накопичення олії	Вміст олії	
		ефірної	жирної
Коріандр	Насіння	1,5-1,8	17-24
Кмин	Насіння	4-6	14-22
Аніс	Насіння	2,5-4	16-22
М'ята перцева	Листя і стебло	2,5-3,5	–
Шавлія мускатна	Суцвіття	0,2-0,35	–
Лаванда	Суцвіття	1-2	–

Ефірні олії знаходять застосування у парфумерно-косметичній, фармацевтичній, харчовій, миловарній, тютюновій, консервній та багатьох

інших галузях промисловості. Рівень їх споживання є показником добробуту, здоров'я та працездатності населення [3].

Вирощування ефіроолійних культур, таких як м'ята перцева, шавлія мускатна та лаванда, має значний потенціал для подальшого розвитку, особливо в умовах зростаючого попиту на натуральні та органічні продукти. З огляду на екологічні тенденції у світовій економіці, використання біологічних методів захисту рослин і органічних добрив стає дедалі популярнішим. Це сприяє підвищенню якості продукції та розширенню ринків збуту.

Однією з важливих тенденцій є впровадження сучасних агротехнологій, таких як точне землеробство, яке дозволяє оптимізувати використання ресурсів і зменшити витрати. Використання сенсорних технологій для моніторингу стану ґрунту і рослин дозволяє своєчасно виявляти потребу у воді, добривах або захисті від шкідників, що підвищує врожайність і якість продукції.

Іншим перспективним напрямком є селекція нових сортів ефіроолійних культур, які мають підвищену стійкість до хвороб і шкідників, а також вищий вміст ефірної олії. Це дозволяє зменшити витрати на догляд за рослинами та підвищити економічну ефективність вирощування. Наприклад, у селекції лаванди важливим напрямком є створення сортів, які краще адаптовані до різних кліматичних умов і мають стабільно високу врожайність.

Важливим фактором успіху у вирощуванні ефіроолійних культур є також підвищення рівня кваліфікації фермерів і впровадження науково обґрунтованих методів агротехніки. Організація навчальних програм, семінарів і обмін досвідом між виробниками дозволяє підвищити рівень знань у сфері вирощування та переробки ефіроолійних культур, що сприяє підвищенню продуктивності та якості продукції [5].

**Висновки.** Отже, технологія вирощування ефіроолійних культур, таких як м'ята перцева, шавлія мускатна та лаванда, вимагає дотримання низки агротехнічних заходів, які забезпечують високу врожайність та якість ефірної олії. Правильний вибір ділянки, підготовка ґрунту, догляд за рослинами та своєчасне збирання врожаю є ключовими факторами успішного вирощування цих культур. Використання сучасних технологій і методів вирощування дозволяє підвищити ефективність виробництва та зберегти природні ресурси, що має велике значення для розвитку агропромислового комплексу та збереження навколишнього середовища.

У ході дослідження було проаналізовано сучасні технології вирощування ефіроолійних культур, зокрема м'яти перцевої, шавлії мускатної та лаванди. Доведено, що успішне вирощування цих культур вимагає ретельного дотримання агротехнічних заходів, зокрема правильного вибору ділянки, підготовки ґрунту, догляду за рослинами та своєчасного збирання врожаю. Застосування сучасних агротехнологій, таких як точне землеробство та селекція нових сортів, дозволяє підвищити врожайність і якість ефірної олії, а також сприяє збереженню природних ресурсів.

Виявлено, що одними з ключових факторів, що впливають на якість та кількість ефірної олії, є правильне добриво, своєчасне зрошення та формування



рослин. Крім того, інтеграція біологічних методів захисту рослин сприяє підвищенню екологічності продукції, що відповідає сучасним тенденціям на ринку натуральних і органічних продуктів.

Перспективи подальших розвідок у цьому напрямі включають дослідження впливу змін клімату на врожайність ефіроолійних культур, оптимізацію агротехнічних заходів для різних регіонів та умов вирощування, а також подальший розвиток селекції нових сортів з підвищеним вмістом ефірних олій і стійкістю до хвороб та шкідників. Розширення знань у цій сфері сприятиме підвищенню ефективності вирощування та якості продукції, що є ключовим для задоволення зростаючих потреб ринку та підтримки сталого розвитку агропромислового комплексу.

### Список використаної літератури

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ: Мінагрополітики, 2021. 528 с.

2. Зінов'єв В. С., Манушкіна Т. М. Особливості вирощування сортів лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia* Mill.) в умовах Півдня України. Кліматичні зміни та сільське господарство. *Виклики для аграрної науки та освіти*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 13-14 березня 2018 р. Київ, 2018. С. 376–377.

3. Куценко Н. І. Перспективи селекційних досліджень лікарських та ефіроолійних рослин в Україні. *Агроєкологічний журнал*. 2016. Вип. 2. С. 85–92.

4. Макуха О. В. Особливості формування сухої речовини фенхелю звичайного залежно від агротехнічних заходів в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 76–83.

5. Манушкіна Т. М. Перспективи вирощування ефіроолійних рослин в умовах зміни клімату у зоні Південного Степу України. *Виклики для аграрної науки та освіти*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 13-14 березня 2018 р. Київ, 2018. С. 378–380.

6. Мірзоєва Т. В. Тенденції розвитку виробництва лікарських, прямих і ефіроолійних рослин в Україні. *Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі*: зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 8-9 квіт. 2020 р.): збірник тез доп. Чернігів, 2020. С. 393–396.

7. Мірзоєва Т. В. Щодо економічної доцільності виробництва лікарських ефіроолійних культур. *Актуальні питання економіки в забезпеченні цілей сталого розвитку*: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 65-річчю кафедри економіки підприємства ім. проф. І. Н. Романенка (м. Київ, 4 жовтня 2019 року). Київ, 2019. С. 101–102.

8. Свиденко Л., Єжов В. Перспективи вирощування деяких ефіроолійних культур у Степу Південному. *Вісник аграрної науки*. 2015. Том 93, № 6. С. 20–24.

**Максим РЯБИЙ<sup>21</sup>,**  
студент 3 курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **КОНТРОЛЬ БУР'ЯНІВ НА ПЛАНТАЦІЯХ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ**

***Анотація.** У статті розглядається питання боротьби з бур'янами в посівах буряків цукрових, що є однією з головних агротехнічних проблем, яка впливає на продуктивність і якість врожаю. Бур'яни є серйозною загрозою для посівів буряків цукрових, оскільки вони знижують доступність поживних речовин, світла та вологи, що призводить до значного зниження врожайності. У статті проаналізовано основні види бур'янів, що зустрічаються у посівах буряків цукрових, їхні біологічні особливості та шляхи поширення. Особливу увагу приділено методам хімічної, механічної та біологічної боротьби з бур'янами. Оцінюються переваги та недоліки застосування гербіцидів, а також розглядаються перспективи використання інтегрованих систем захисту рослин. Автор акцентує увагу на необхідності поєднання різних методів контролю, що дозволяє знизити ризик розвитку резистентності бур'янів до хімічних засобів захисту та забезпечити стабільний урожай.*

***Ключові слова:** контроль бур'янів, буряки цукрові, захист посівів, гербіциди, стійкість бур'янів, моніторинг посівів.*

***Annotation.** The article deals with the issue of weed control in sugar beet crops, which is one of the main agrotechnical problems that differ in productivity and crop quality. Weeds are a serious threat to fresh beet crops, after which they reduce the availability of nutrients, light, and moisture, which leads to a significant reduction in yield. The article analyzes the main types of weeds found in sugar beet crops, their biological features and ways of spreading. Special attention is paid to the methods of chemical, mechanical, and biological control of weeds. The advantages and disadvantages of using herbicides are evaluated, as well as the prospects of using an integrated plant protection system are considered. The authors emphasize the need to combine different methods of control, which allows to reduce the risk of developing resistance of weeds to chemical means of protection and to ensure a stable harvest.*

***Keywords:** weed control, sugar beet, crop protection, herbicides, weed persistence, crop monitoring.*

***Вступ.** Цукровий буряк (*Beta vulgaris saccharifer*) є другою за значенням цукроносною культурою у світі після цукрової тростини (*Saccharum officinarum*) і належить до родини амарантові (*Amaranthaceae*). Ця культура*

---

<sup>21</sup>Науковий керівник: Окрушко С.Є., кандидат с.-г.наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

вирощується в умовах помірного клімату, а її коренеплід містить велику кількість цукру.

Життєвий цикл буряка триває від 5 до 6 місяців, але вміст цукру в ньому від 14 до 20%.

Для порівняння, цукрова тростина має довший цикл життя (12-14 місяців), але менший вміст цукру – від 10 до 12%. Близько 30% світового виробництва цукру забезпечується за рахунок вирощування буряків цукрових.

Цукор є важливим продуктом першої необхідності та ключовим елементом харчового ланцюга людини, який є найдоступнішим джерелом енергії. Він відіграє важливу роль у формуванні смаку, текстури, кольору та тривалості зберігання хлібобулочних виробів. Цукровий буряк є другою за значенням сировиною для виробництва цукру у світі, однак бур'яни можуть значно знижувати його врожайність, а також ускладнювати процеси збору та переробки. Недостатня ефективність у боротьбі з бур'янами може призвести до великих втрат урожаю буряків цукрових [6].

Водночас застосування кількох методів боротьби з бур'янами у поєднанні з гербіцидами може значно підвищити середню врожайність, але важливо зменшити їх використання для захисту здоров'я людини та навколишнього середовища. З цієї причини по всьому світу впроваджуються альтернативні методи контролю бур'янів. Один із ефективних способів зниження використання гербіцидів – це переоцінка агрономічних підходів і заміна гербіцидних обробок, що дозволяє інтегрувати гербіцидні та негербіцидні методи боротьби з бур'янами. Комплексний підхід до боротьби з бур'янами може скоротити їхню популяцію, але на великих площах вирощування буряків цукрових така система залишається малоефективною.

**Виклад основного матеріалу.** Бур'яни є одним з основних чинників, що знижують врожайність буряків цукрових. Ця культура відзначається повільним темпом росту на початкових етапах вегетації, тому в польових умовах погано конкурує з бур'янами. Якщо не застосувати своєчасні заходи боротьби з бур'янами під час вирощування буряків цукрових, конкуренція може стати настільки сильною, що врожай буде повністю втрачений. Особливо важливо контролювати бур'яни протягом перших 60 днів після появи сходів, адже це критичний період для розвитку рослин. Урожайність буряків цукрових може зменшитися на 26-100%, якщо неконтрольовані однорічні бур'яни почнуть конкурувати з культурою на восьмому тижні після посіву або через чотири тижні після досягнення фаз двох листочків. Протягом наступних шести тижнів, коли буряки цукрові перебувають у фазі від чотирьох до шести листочків, бур'яни можуть знижувати врожайність приблизно на 1,5% на добу. Тому видалення бур'янів із посівів є важливим до досягнення рослинами фази восьми листочків [1, 2].

У виробництві буряків цукрових гербіциди почали використовувати з початку 1950-х років як запобіжний засіб боротьби з бур'янами, хоча в багатьох країнах світу продовжували застосовувати розпушування ґрунту та ручне прополювання. У 1990-х роках зросла потреба в обмеженні використання

гербіцидів, щоб зменшити забруднення навколишнього середовища та захистити здоров'я людей. Скоротити використання гербіцидів можна шляхом регулювання різних сільськогосподарських практик і зменшення їх дозування. Комплексна боротьба з бур'янами включає як хімічні методи, так і різні нехімічні підходи. Ефективний контроль бур'янів залишається важливим аспектом підтримки виробництва буряків цукрових [7].

Загальна назва	Наукова назва	Назва сімейства
Шкварця (Полуелла)	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Амарантові
Амарант (сиріач) звичайний	<i>Amaranthus tetragynus</i> L.	Амарантові
Амарант повноколістий	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Айстрові
Власок звичайний	<i>Avena fatua</i> L.	Тимокошарові
Ріпак, ріпак	<i>Brassica napus</i> L.	Капустяні
Лобода звичайна, лобода біла	<i>Chenopodium album</i> L.	Лободові
Світ польовий	<i>Cirsium arvense</i> L.	Складноцвітні
Полігон Бірліца, Бірліца	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Берізкові
Дурман звичайний, воночий	<i>Datura stramonium</i> L.	Пастушачі
Борозна звичайна, курча пророк	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	Злакові
Пирій пасукуний, звичайний	<i>Elymus farctus</i> , <i>Agropyron farctus</i>	Тимокошарові
Борозна людська, дама пророк	<i>Galium aparine</i> L.	Злакові
Соняшник одноквітковий	<i>Helianthus divaricatus</i> L.	Айстрові
Козля, пружина	<i>Isatis scabra</i> L.	Айстрові
Ромашка звичайна	<i>Chamaemelum nobile</i>	Айстрові
Пупавка польова, ромашка	<i>Matricaria inodora</i>	Айстрові
Гречка шерстиста	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Гречкові
Гречка повноцвітний, північ дитин	<i>Polygonum persicaria</i>	Гречкові
Фіаліс	<i>Physalis spp.</i>	Пастушачі
Тимокошар одноквітковий	<i>Poa annua</i> L.	Тимокошарові
Скворця, гречка таволжний	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Гречкові
Гречка південна, південь водочний	<i>Polygonum sp.</i>	Гречкові
Портулак городній	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Портулаккові
Китайська півниця, північкова щетина	<i>Setaria faberii</i>	Тимокошарові
Мішай сарай, мотка північ	<i>Setaria faberiana</i> L.	Тимокошарові
Мішай, щетиня, бранда	<i>Setaria</i>	Злакові
Мішай звичайний, щетиня звичайна	<i>Setaria viridis</i> L.	Злакові
Діва, польова гречка	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Капустяні
Пасльон волохатий	<i>Salsola vermiculata</i>	Пастушачі
Пасльон клубничкоподібний, картопля	<i>Salsola vermiculata</i> L.	Пастушачі
Світ польовий	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Айстрові
Сарпа алевська, гумай	<i>Sorghum polycarpum</i> L.	Тимокошарові
Макрід, вірчанський саридий	<i>Stellaria media</i> L.	Складноцвітні
Польова фіалка	<i>Viola arvensis</i>	Фіалкові
Абрун, Теофраста, дитина звичайна, абрун Теофраста	<i>Abutilon theophrasti</i>	Малинові

Рис 1. Перелік родин бур'янів, які становлять найбільшу проблему у вирощуванні буряків цукрових, включаючи загальні, наукові та ботанічні назви.

На рис.1 наведено загальні, наукові та ботанічні назви родин найбільш проблемних бур'янів буряків цукрових.

У всьому світі з 250 видів бур'янів на посівах буряків цукрових було виявлено 60 основних шкідливих видів. З них приблизно 70% складають широколисті бур'яни, а 30% – злакові. Дводольні бур'яни, як правило, є більш шкідливими, ніж однодольні. Найважливіші дводольні бур'яни в регіонах вирощування буряків належать до родин Лободових, Айстрових, Капустяних та Гречкових. Однорічні злакові бур'яни зазвичай менш конкурентоспроможні в порівнянні з однорічними широколистяними. Найпоширеніші однорічні широколисті бур'яни включають *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Matricaria recutita*, *Polygonum aviculare*, *Fallopia (Polygonum) convolvulus*, *Sinapis arvensis* та *Stellaria media*. Найпоширеніші однорічні злакові бур'яни – *Echinochloa crus-galli*, *Poa annua* та *Setaria viridis*. *Chenopodium album* (лобода біла) є одним з найбільш розповсюджених бур'янів у посівах буряків цукрових.

Бур'яни є серйозною загрозою для буряків цукрових у багатьох країнах світу, оскільки ці рослини дуже чутливі до конкуренції з бур'янами, особливо на ранніх стадіях розвитку. Наявність бур'янів суттєво знижує врожайність

буряків. Затримка з прополкою на 60 або 90 днів після посіву може призвести до втрати 50-75% врожаю. У порівнянні з ділянками, вільними від бур'янів, зараженість бур'янами також значно знижує вихід цукру. В умовах недостатньої боротьби з бур'янами або їх повної відсутності втрати врожаю можуть досягати 100% через інтенсивну конкуренцію з бур'янами [4].

Конкуренція між буряками та бур'янами не впливає на вміст калію, натрію чи аміноазоту в буряковому соку. Хоча на масу кореня буряка впливає кількість надземної біомаси бур'янів, не було виявлено зв'язку між популяціями бур'янів і буряків з одного боку та концентрацією цукру, калію, натрію, аміноазоту та інвертних цукрів з іншого. Тим не менше, існує чіткий зв'язок між врожайністю та виходом цукру з популяціями бур'янів і буряків: з підвищенням густоти бур'янів та буряків, врожайність та вихід цукру поступово зменшуються. Контроль за бур'янами має суттєвий вплив на загальний вміст розчинного цукру (TSS), сахарози та очевидну чистоту бурякового соку [3, 5].

Агротехнічні методи боротьби з бур'янами:

*Сівозміна.* Протягом всього циклу сівозміни слід враховувати агротехнічні заходи для боротьби з бур'янами, щоб ефективно захистити поле від них. Контроль бур'янів через планування сівозміни є важливим завдяки мінімальним витратам, високій ефективності та відсутності екологічних ризиків. Одно- і дводольні бур'яни повинні бути включені в програми боротьби, коли культурні рослини не схожі на бур'яни або коли боротьба з ними є легшою. Наприклад, хвощеподібні бур'яни легше контролювати під час вирощування сорго, кукурудзи або на стерні пшениці, ніж у посівах буряків цукрових чи сої. Ефективне планування сівозміни може суттєво зменшити чисельність цільових бур'янів. Три-чотири роки вирощування культур, які не приваблюють повитиці (*Cuscuta*), таких як кукурудза, сорго, соя або пшениця, можуть суттєво допомогти у вирішенні цієї проблеми. Сівозміна також впливає на ріст буряків цукрових, контролюючи інтенсивність зараження бур'янами та зменшуючи їх різноманітність у польових умовах. Вона може вплинути на стабільність врожайності та якість буряків цукрових.

*Покривні культури або мульчування.* Включення покривних культур у сівозміни буряків цукрових є звичною практикою в ряді країн, де покривні культури займають до 25% площі посівів. Восени ці культури допомагають контролювати бур'яни, борючись з ними за ресурси – воду, простір, світло і поживні речовини, що зменшує їх ріст. Весною покривні культури мульчуються. Найпопулярнішими видами таких культур для буряків цукрових є гірчиця (*Sinapis alba* L.), фацелія пижмолиста (*Phacelia tanacetifolia*) та редька (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*). Швидке зростання цих культур сприяє пригніченню бур'янів через зменшення інтенсивності сонячного світла. Деякі покривні культури також мають алелопатичні властивості, які можуть перешкоджати бур'янам, виділяючи алелопатичні речовини. Глюкозинолати, що є вторинними метаболітами у рослинах родини капустяних (*Brassicaceae*), розкладаються на ізотіоціанати, які мають біологічну активність і можуть запобігати проростанню бур'янів.

*Підготовка ґрунту до посівної.* Обмежити різноманіття бур'янів у посівах буряків цукрових можна шляхом зменшення глибини обробітку ґрунту при підготовці землі до посіву. Виявлено, що розміщення різних видів бур'янів на полі змінюється залежно від системи обробітку ґрунту (звичайна, мінімальна обробка чи рядковий посів) під час вирощування попередніх культур. Вплив обробітку ґрунту на розміщення бур'янів не був помічений для однорічних бур'янів, які важко контролювати на цукрових буряках. Натомість, бур'яни родини Гречкових, Злакових та багаторічні бур'яни краще розвиваються при мінімальній обробці ґрунту. Мінімальний обробіток може призвести до зростання популяцій не лише багаторічних і злакових бур'янів, а й різних видів бур'янів родини айстрових (складноцвітих).

*Механічні методи боротьби з бур'янами.* Механічний контроль бур'янів передбачає їх видалення шляхом викорчування та подрібнення рослин або видалення їх стебел і листя. Основним недоліком цього методу є ризик розповсюдження багаторічних бур'янів через подрібнення їх коренів, кореневищ, столонів і бульб, які можуть проростати знову. Для ефективного використання механічного обладнання для обробітку ґрунту необхідно дотримуватися великої відстані між рядками буряків цукрових. Також важливо враховувати стадію росту рослин, щоб уникнути їх пошкодження.

Вологі ґрунтовиумови можуть ускладнювати використання міжрядних оброблювальних машин, оскільки це знижує їх ефективність і може призвести до повторного відростання бур'янів. Наприклад, борони можуть використовуватися для механічної прополки, але їх не слід застосовувати під час появи колеоптилю, тобто від фази насіння до фази 2-х листочків. Для видалення бур'янів з рядків буряків цукрових використовуються спеціальні інструменти, такі як прополювальні борони з пружинними зубами круглого перетину або ротаційні борони, що дозволяє уникнути ручного прополювання.

Ручне прополювання може бути затратним, і часто використовуються лише для специфічних випадків проблем із бур'янами. У країнах, де ручна праця дешевша, ніж гербіциди (наприклад, Туреччина та країни колишнього Радянського Союзу), це досить поширена практика. В інших країнах, де вартість ручної праці висока, застосовуються навісні борони для знищення бур'янів між рядками буряків. Тракторні борони використовуються для боротьби з проблемними бур'янами, особливо коли багаторічні рослини або певні бур'яни розвинулися занадто сильно для ефективного контролю гербіцидів. Вони є більш ефективними на сухих ґрунтах, оскільки пухкий ґрунт зменшує відростання обрізаних коренів, в той час як гострі лапи культиваторів краще працюють у вологих умовах, де бур'яни легше видаляються, але однодольні рослини можуть легко відновлюватися.

*Хімічні методи боротьби з бур'янами.* Широколистяні бур'яни є найпотужнішими однорічними конкурентами для буряків цукрових, і під час літнього сонцестояння можуть вирости в 2-3 рази вище за ці культури. У сільському господарстві для боротьби з бур'янами часто використовують гербіциди, оскільки хімічний контроль є ефективним і простим у застосуванні.

Для забезпечення всебічної боротьби з різними видами бур'янів зазвичай застосовують суміші гербіцидів. У вирощуванні буряків цукрових хімічні методи боротьби з бур'янами є особливо важливими.

**Біологічна боротьба з бур'янами.** Біологічна боротьба з бур'янами використовує мікроорганізми для контролю за бур'янами в посівах. Існує два основні підходи: традиційний, який включає зовнішні фактори контролю, та доповнюючий, що базується на маніпулюванні вже існуючими в екосистемі мікроорганізмами. Наприклад, грибовий патоген *Colletotrichum gloeosporioides echinomena* може контролювати *Aeschynomenevirginica* в рисових і соєвих посівах, а інші гриби, бактерії та віруси є потенційними біогербіцидами. Деякі грибові збудники також здатні контролювати такі бур'яни, як канатник Теофраста, лобода біла, дурман звичайний, куряче пшоно і алепське сорго на цукрових буряках. Природні біологічно активні продукти є цінним джерелом молекул для розробки фармацевтичних препаратів, інсектицидів і фунгіцидів. Природні фітотоксини та комерційні гербіциди мають схожі властивості. Хоча існує безліч запатентованих сполук, лише два з них досягли комерційного успіху: біалафос і фосфінотріцин. Глюфосинат (синтетична форма фосфінотріцину) впливає безпосередньо на рослини, тоді як біалафос потребує метаболічного перетворення в фосфінотріцин. На даний момент для боротьби з бур'янами на полях буряків цукрових використовують біологічні методи контролю або природні фітотоксини, і вчені відзначають, що біогербіциди можуть забезпечити ефективний контроль бур'янів протягом тривалішого часу.

**Висновок.** Виробництво харчових продуктів для зростаючого населення є складним і відповідальним завданням, де бур'яни є серйозними конкурентами для сільськогосподарських культур. Вони можуть зменшувати врожай буряків цукрових на 26-100% та знижувати врожайність на 1,5% щодня. Крім того, бур'яни погіршують якість продукції та є проміжними господарями хвороб. Хоча ручне прополювання широко використовується, це є витратним методом. Однак окреме використання гербіцидів може обмежити розвиток стійкості та знищити бур'яни. Тому важливо інтегрувати різні методи боротьби з бур'янами під час критичних періодів конкуренції. Необхідно продовжувати дослідження гербіцидних сумішей, застосування гербіцидів після появи сходів, боротьби з паразитичними бур'янами, вирощування конкурентоспроможних сортів культур, а також впливу гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми. Використання ефективних гербіцидів у поєднанні з механічними методами та агротехнічними прийомами є найбільш ефективним і економічним способом боротьби з бур'янами.

#### **Список використаної літератури**

1. Роїк М.В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Іванженко О.М. Роль і місце фітоенергетики в паливно-енергетичному комплексі України. *Цукрові буряки*. 2011. № 1 С. 6-7. 4.

2. Стасіневич, С.А. Цукрові буряки: цукор і біоетанол (поєднання вирішення продовольчої та енергетичної проблем). *Науковий вісник*

Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. № 141. С. 3 13-319.

3. Ушкаренко, В.О., Петрова К.В., Костік С.О. Біоенергетична ефективність вирощування цукрових буряків на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2007. № 52. С. 8-13.

4. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: підручник. Вінниця, 2017. 588 с.

5. Болотських О. С. Біоенергетична оцінка сучасних технологій виробництва овочів. *Овочівництво і багаторічництво*. 2021. №45. С. 185–188.

6. Rudska N. Investigation of the impact of the protection system on the limited of sugar beet pests on the Right Bank Forest Steppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. 26 (3). С. 138–159.

7. Боротьба з бур'янами в посівах цукрових буряків. URL: <http://ukrsugar.com/uk/post/borotba-z-buranami-v-posivah-cukrovih-burakiv> (Дата звернення 04.09.2024 р.)

**Артем БОБЧАК<sup>22</sup>,**  
студент 3 курсу,  
агрономії, садівництва та захисту рослин факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **МОРФОЛОГІЧНА Й АНАТОМІЧНА БУДОВА ПЛОДОВИХ РОСЛИН**

***Анотація.** Морфологічна та анатомічна будова плодових рослин відноситься до організації та характеристик, як зовнішніх – морфологічних, так і внутрішніх – анатомічних різних частин цих рослин. Плодові рослини різноманітні за своєю анатомією, морфологією, а отже, за своєю фізіологічною поведінкою та вимогами. Це легко зрозуміти, оскільки плодові рослини походять із різноманітних анатомічних і морфологічних структур. Крім того плодові рослини можуть бути зібрані на різних стадіях розвитку рослин з різних причин, включаючи їх сенсорні характеристики та кінцеве використання. Морфолого-анатомічна будова плодових рослин є складною і вузькоспеціалізованою, що дозволяє цим рослинам рости, розмножуватися та адаптуватися до різноманітних умов середовища. Розуміння цих структур має важливе значення для садівництва, сільського господарства та біотехнологій, що дозволяє покращити вирощування, виробництво фруктів і збереження плодових рослин для харчування людини. В цій статті йдеться про морфологічну й анатомічну будову плодових рослин.*

---

<sup>22</sup>Науковий керівник: Паламарчук І.І., канд. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ



**Ключові слова:** морфологія, анатомія, плоди, коренева система, стебло, листя, квіти, фотосинтез, перикарпій, насіння, фрукти, ендокарпій, мезокарпій, екзокарпій, запилення, внутрішня структура, розмноження.

**Annotation.** *The morphological and anatomical structure of fruit plants refers to the organization and characteristics of both external – morphological and internal – anatomical different parts of these plants. Fruiting plants are diverse in their anatomy, morphology, and therefore in their physiological behavior and requirements. This is easy to understand because fruiting plants come from a variety of anatomical and morphological structures. In addition, fruiting plants may be harvested at different stages of plant development for various reasons, including their sensory characteristics and end use. The morphological and anatomical structure of fruit plants is complex and highly specialized, which allows these plants to grow, reproduce and adapt to various environmental conditions. Understanding these structures is important for horticulture, agriculture, and biotechnology to improve cultivation, fruit production, and conservation of fruit plants for human consumption. This article is about the morphological and anatomical structure of fruit plants.*

**Keywords:** *morphology, anatomy, fruits, rootsystem, stem, leaves, flowers, photosynthesis, pericarp, seeds, fruits, endocarp, mesocarp, exocarp, pollination, internalstructure, reproduction.*

**Вступ.** Плоди є важливою і відмінною ознакою рослин (покритонасінних). Відповідно плоди є результатом розмноження, тоді як квітка є репродуктивною одиницею. Плоди – це структури, які містять насіння. Плодові рослини виростають з повністю дозрілої зав'язі. Як відомо, вони містять багато вітамінів, мінералів і клітковини.

Структура плодових рослин охоплює різні органи і тканини, необхідні для їх росту, розмноження і утворення плодів. Ці структури можна розділити на морфологічні (зовнішні) та анатомічні (внутрішні) компоненти, кожна з яких відіграє певну роль у життєвому циклі рослини.

Варто зазначити те, що структура плодових рослин складна і добре пристосована для забезпечення виживання, росту та розмноження. Кожна частина рослини, від коренів до насіння, відіграє певну роль у життєвому циклі рослини, дозволяючи їй процвітати та виробляти плоди. Розуміння цих структур має вирішальне значення для садівництва, сільського господарства та селекції рослин, оскільки це дозволяє використовувати кращі методи вирощування та покращувати врожайність.

**Мета:** даної статті полягає у вивченні морфологічної та анатомічної будови плодових рослин.

**Виклад основного матеріалу.** Плодові рослини відіграють вирішальну роль в екосистемах, сільському господарстві та харчуванні людини. Їхня структура складно розроблена для підтримки їхніх основних функцій: росту, розмноження та виробництва плодів.

Слід вказати на той чинник, що плодові рослини дають плоди, які є основним джерелом вітамінів, мінералів, клітковини та антиоксидантів. Вони є необхідними для здоров'я людини, забезпечуючи потрібні поживні речовини в звичайному та дієтичному харчуванні у всьому світі.

Загальновідомо, що плодові рослини культивуються у великих масштабах, що становить значну частину світового сільськогосподарського виробництва. Такі фрукти, як яблука, груші, абрикоси, персики та виноград, є основними культурами в багатьох регіонах.

Важливо врахувати те, що багато плодових рослин залежать від таких запилювачів, як бджоли, метелики та птахи. У свою чергу, ці рослини підтримують популяції запилювачів, які мають вирішальне значення для підтримки екологічної рівноваги. Необхідно взяти до уваги той факт, що плодові рослини еволюціонували для того, щоб використовувати свої плоди як засіб розповсюдження насіння, часто через тварин, які їдять плоди, а потім виділяють насіння, допомагаючи розмноженню виду [1].

Структура плодових рослин включає різні частини, кожна з яких виконує певні функції, які сприяють загальному росту, розмноженню та утворенню плодів рослини.

#### 1. Роль кореневої системи:

- Кріплення. Коріння міцно закріплює рослину в ґрунті, забезпечуючи стабільність.

- Поглинання. Коріння поглинає воду та необхідні мінерали з ґрунту, які мають вирішальне значення для росту плодових рослин.

- Зберігання. Деякі корені зберігають поживні речовини, які рослина може використовувати під час періодів спокою або стресу.

- Первинний корінь. Головний корінь, який росте вниз і може розвинути в стрижневий корінь або мичкувату кореневу систему.

- Бічні корені. Вони відходять від основного кореня, щоб збільшити площу для поглинання.

- Кореневі волоски. Крихітні відростки, які збільшують площу поверхні для поглинання води та поживних речовин.

#### 2. Стебло (стовбур і гілки) виконує наступну роль:

- Підтримка. Стебло підтримує листя, квіти та плоди, утримуючи їх, щоб захопити сонячне світло та полегшити циркуляцію повітря.

- Транспортування. Стебло транспортує воду, поживні речовини та цукор між корінням, листям та іншими частинами рослини.

- Зберігання. У деяких плодових рослин стебла також зберігають поживні речовини та воду.

- Структура стовбура. Головний стовбур дерев, що забезпечує міцність і жорсткість.

- Гілки. Відходять від стовбура і містять листя, квіти та плоди.

- Вузли та міжвузля. Вузли – це точки на стеблі, де прикріплюються листя або гілки; міжвузля – сегменти між вузлами.

#### 3. Роль, котру виконує листя:

- Фотосинтез. Листя є основним місцем фотосинтезу, перетворюючи сонячне світло в хімічну енергію (глюкозу), яку рослина використовує для росту та розвитку.

- Газообмін. Листя сприяє обміну газів ( $\text{CO}_2$  вхід,  $\text{O}_2$  назовні), необхідних для фотосинтезу та дихання.

- Транспірація. Процес втрати води через листя допомагає регулювати температуру рослин і витягує воду та поживні речовини з коренів.

- Лопатка (ламіна). Широка плоска частина листя, яка вловлює сонячне світло.

- Черешок. Стебло, яке прикріплює листову пластинку до стебла.

- Жилки. Містять судинні тканини (ксилему та флоему) для транспортування всередині листка [2].

#### 4. Роль квітів:

- Розмноження. Квіти є репродуктивними органами рослини, де відбувається запилення та запліднення, що призводить до розвитку насіння та плодів.

- Чашолистки. Захищає бутон квітки до того, як він розкриється.

- Пелюстки. Часто барвисті, щоб залучити запилювачів.

- Тичинки. Чоловічі репродуктивні органи, що складаються з пиляка (який виробляє пилок) і нитки.

- Маточка. Жіночий репродуктивний орган, що складається з рильця (яке отримує пилок), стрижня та зав'язі (що містить яйцеклітини).

#### 5. Роль плодівих рослин:

- Захист і розповсюдження насіння. Плоди захищають насіння, що розвиваються, і допомагають у їх поширенні, залучаючи тварин, які їдять плоди та поширюють насіння.

- Зберігання поживних речовин. Плоди зберігають поживні речовини, які можуть бути використані насінням, що розвивається, під час проростання.

- Околоплодник. Частина плоду, утворена стінкою яєчника; він включає екзокарпій (зовнішню оболонку), мезокарпій (м'ясистий середній шар) і ендокарпій (внутрішній шар, що оточує насіння).

- Насіння. Містить ембріон, який розвинеться в нову рослину.

Роль розмноження є наступною: насіння містить ембріон наступного покоління, що забезпечує розмноження виду. Насіння адаптоване до різних механізмів розповсюдження, включаючи вітер, воду та тварин.

Плодові рослини відіграють важливу роль в екосистемах, сільському господарстві та житті людини, виробляючи плоди, які забезпечують живлення та підтримують біорізноманіття. Їхня структура є вузькоспеціалізованою, кожна частина відіграє вирішальну роль у зростанні рослини, її розмноженні та здатності плодоносити. Розуміння ролі та структури плодівих рослин є основоположним для сільського господарства, садівництва та зусиль щодо збереження природи [3].

Морфологія плодів відноситься до форми, будови і зовнішніх характеристик плодів. Плоди – це органи рослини, які походять із зав'язі

квітки, містять насіння та відіграють вирішальну роль у їх поширенні. Морфологія плодів сильно відрізняється в різних видів рослин і є ключовою для ботанічної ідентифікації та класифікації.

Плід переважно складається з двох частин: околоплодника і насіння. Перікарпій – це фактично зовнішня стінка зав'язі, з якої розвинувся плід. Як відомо, околоплодникоточує насіння. Околоплодник має три шари (рис.1):



*Рис.1.Будова плоду [4].*

- Екзокарпій або епікарпій: це зовнішній шар околоплодника, який утворює шкіру. Слід врахувати той чинник, що екзокарпій захищає плід від фізичних пошкоджень, патогенів і зневоднення. У деяких фруктів він жорсткий і шкірястий (як у апельсинів), а в інших він може бути тонким і делікатним (як у винограду).

- Мезокарпій: це товстий, м'ясистий і соковитий середній шар околоплодника. Необхідно зауважити те, що у багатьох фруктах мезокарпій є їстівною частиною, яка забезпечує поживними речовинами, водою та енергією. Він сильно відрізняється за товщиною та текстурою, будучи м'яким і соковитим у таких фруктах, як персики та сливи, або сухим і волокнистим у таких фруктах, як кокос.

- Ендокарпій: це внутрішній шар плоду, який часто розвивається в серцевину. Важливо зазначити те, що ендокарпій забезпечує додатковий захист насіння, особливо у плодах, де насіння потрібно добре захищати від навколишнього середовища, поки воно не розсіюється.

Насіння – це репродуктивні одиниці плоду, що містять ембріон, який може вирости в нову рослину. Анатомія насіння зазвичай включає насінневу оболонку (Testa). Оболонка є зовнішнім захисним шаром насіння. Функція, яку виконує оболонка є наступною: вона захищає ембріон від фізичного пошкодження та висихання. Оболонка насіння може бути твердою і товстою або тонкою і делікатною, залежно від виду.

Морфологія плоду різноманітна і адаптована до різних функцій, які повинен виконувати плід, від захисту насіння до сприяння їх розповсюдженню. Це морфологічне різноманіття є ключовим для класифікації видів рослин і розуміння стратегії виживання та розмноження рослин. Знання морфології

плодів є важливим у ботаніці, сільському господарстві та садівництві, оскільки воно впливає на спосіб вирощування, збирання та використання плодів рослин.

Екзокарпій (грецький «зовні» + «плід») – це ботанічний термін для зовнішнього шару околоплодника (або плоду). Екзокарпій утворює міцну зовнішню шкірку плоду, яка містить масляні залози та пігменти. Екзокарпій іноді називають епікарпієм або, особливо у цитрусових, флаведо.

Флаведо здебільшого складається з целюлозного матеріалу, але також містить інші компоненти, такі як ефірні олії, парафіновий віск, стероїди та тритерпеноїди, жирні кислоти, пігменти (каротиноїди, хлорофіли, флавоноїди), гіркі речовини (лімонен) і ферменти [5].

Внутрішня структура, тобто анатомія плодів рослин відноситься до організації та розташування тканин і клітин у рослині, які необхідні для її росту, розвитку, розмноження та виробництва плодів. Внутрішня структура складається з кількох типів тканин, кожна з яких спеціалізується на певних функціях, таких як провідність води та поживних речовин, структурна підтримка, фотосинтез і розмноження.

Анатомія плодів включає внутрішню будову та організацію тканин у плоді, які розвиваються із зав'язі квітки після запліднення. Розуміння анатомії фруктів важливо для вивчення того, як фрукти захищають насіння, допомагають у їх поширенні та зберігають поживні речовини. Внутрішня будова плоду може сильно відрізнитися залежно від типу плоду, але основними компонентами зазвичай є околоплодник, насіння та іноді додаткові тканини.

Типи плодів за будовою околоплодника:

Прості фрукти – м'ясисті фрукти:

Ягоди: Весь околоплодник м'ясистий (наприклад, помідори, виноград).

Кістянки: мають м'ясистий мезокарпій і твердий, кам'янистий ендокарпій (наприклад, персики, вишні).

Зернятка: мають м'ясисту зовнішню частину, утворену з вмістилища, з паперовим ендокарпієм (наприклад, яблука, груші).

Сухі фрукти. Розкривання. Розкривається при зрілості з тією метою, щоб випустити насіння (наприклад, горох, квасоля).

Нерозкривні: не розщеплюються при зрілості; насіння розсіюються разом із плодами (наприклад, горіхи, зерна).

Сукупні фрукти:

Опис: Утворюється з кількох зав'язей однієї квітки.

Приклад: малина та ожина, де кожна маленька «кістянка» виходить з окремої зав'язі.

Опис: розвиваються із зав'язей кількох квіток, які щільно прилягають один до одного.

Приклад: ананас, де окремі плоди багатьох квітів зливаються в одну велику структуру.

Анатомія плодів складна і сильно варіюється залежно від виду плоду. Перікарпій (включає екзокарпій, мезокарпій та ендокарпій) є основною

структурою, яка захищає насіння та сприяє їх розповсюдженню, тоді як саме насіння має різні шари та тканини для забезпечення успішного проростання. Допоміжні структури також можуть відігравати важливу роль у розвитку плоду, особливо у видів, у яких інші частини квітки, крім зав'язі, сприяють розвитку плоду. Розуміння анатомії фруктів має вирішальне значення для ботаніки, сільського господарства та садівництва, оскільки воно інформує про практики, пов'язані з вирощуванням фруктів, збором урожаю та селекцією [6].

Рослинні клітини мають досить жорстку клітинну стінку, що складається в основному з целюлози, лігніну та деяких білків. Кальцій має вирішальне значення для формування клітинних стінок. Якщо кальцію не вистачає (через низький рівень ґрунту або зростання швидше, ніж швидкість транспортування всередині рослини), кінчики плодоносних овочів, таких як кабачки та баклажани, не матимуть структурної цілісності та можуть зруйнуватися. Це є причиною гнилі кінців квітів.

Клітинна стінка проникна для води та розчинених речовин. Усередині клітинної стінки знаходиться плазмалема, яка діє як вкладиш. Плазмалема допомагає підтримувати тиск усередині клітини, зберігаючи її напруженість. Саме ця твердість зберігає овочі твердими та хрусткими.

Сусідні клітини склеєні шаром пектинів. Серія каналів (плазмодесми) забезпечує обмін різними речовинами між клітинами.

Клітина містить рідкий «суп», який називається цитоплазмою. Усередині цитоплазми плавають різні структури та органели, кожна з яких має певне призначення.

До них належать:

- Ядро, яке містить ДНК клітини і діє як центр управління.
- Одна або декілька вакуолей. Це резервуари рідини, що містять цукор, кислоти та інші речовини. Деякі рослинні продукти (такі як феноли) зберігаються всередині вакуолей, щоб утримувати їх окремо від ферментів, з якими вони інакше реагували б.
- Мітохондрії, які є силовою установкою клітини, перетворюють продукти розпаду цукру в енергію, яку може використовувати клітина.
- Хлоропласти знаходяться в зелених частинах рослин. Вони містять хлорофіл і відповідають за фотосинтез.
- Хромoplastи розвиваються з хлоропластів після розпаду хлорофілу. Вони містять червоні та жовті пігменти (каротиноїди), які надають овочам колір.
- Амілопласти, що містять зерна крохмалю.

Якщо клітинні стінки розбиті – внаслідок заморожування чи фізичного ушкодження – тоді твердість клітин втрачається, а вміст витікає, у результаті чого тканина стає м'якою, змоченою водою.

Розбивання або дроблення клітин також дозволяє змішувати сполуки, які зазвичай містяться в окремих частинах клітини. Наприклад, феноли, що містяться у вакуолі, змішуються з окислювальними ферментами в цитоплазмі, забарвлюючи їх у коричневий колір. Це і є причиною коричневого кольору

синців і порізів. Зниження рН (наприклад, за допомогою лимонної кислоти) гальмує цю реакцію на зрізаних поверхнях, зменшуючи потемніння.

Зниження кисню ( $O_2$ ) до дуже низького рівня також може зменшити реакції потемніння.

У ягід і кістянок околоплодник утворює їстівну тканину навколо насіння. У допоміжних плодах інші тканини розвиваються в їстівну частину плоду, наприклад, вміст квітки в яблуках і полуницях.

Сам навколоплідник зазвичай складається з трьох окремих шарів: екзокарпію, який є зовнішнім шаром або шкіркою, мезокарпію, який є середнім шаром або серцевиною, та ендокарпію, який є внутрішнім шаром, який оточує порожнистий яєчник або містить насіння [7].

Таким чином, можна стверджувати про той вагомий чинник, що анатомічна структура плодів рослин є складною та високоспеціалізованою для виконання основних функцій, таких як поглинання поживних речовин, структурна підтримка, фотосинтез і розмноження. Ці тканини та структури дозволяють фруктовим рослинам рости, розвиватися та виробляти плоди, які життєво важливі як для виживання виду, так і для харчування людини. Розуміння цієї структури має вирішальне значення для вдосконалення сільськогосподарської практики та управління плодовими культурами.

**Висновок.** Отже, вивчення структури плодів рослин є важливим з кількох причин, які охоплюють різні галузі, включаючи ботаніку, сільське господарство, садівництво, харчування та екологію. Розуміння структури фруктів може призвести до прогресу у виробництві харчових продуктів, збереженні та навіть у розробці нових сортів рослин. Розуміння внутрішньої структури рослинних плодів дозволяє розробити методи обробки, які зберігають бажані якості фруктів та овочів. Наприклад, знання вмісту води, структури клітин і розподілу поживних речовин може керувати такими методами, як сушіння, консервування або заморожування, щоб зберегти смак і поживну цінність. Досліджуючи тонкощі анатомії та морфології рослинних плодів є можливість краще використовувати їх переваги для здоров'я людини та навколишнього середовища.

### Список використаної літератури

1. Дидів О.Й., Дидів І.В., Ільчук Р. В., Бальковський В.В., Дидів А.І. Технології в овочівництві : навч. посіб. Львів, 2020. 120 с.
2. Меженський В. М., Меженська Л. О. Систематика і класифікація плодів культур, Київ: Ліра-К, 2019. 8 с.
3. Осадчий О. Основи сільського господарства : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2021. 294 с.
4. Основи адаптивних технологій вирощування яблуні в Україні. Монографія. За загальною редакцією академіка Гриника І.В. К.: ПП «Санспарель». 2020. 240 с.

5. Поліщук В.В., Шубенко Л.А., Карпук Л.М., Шох С.С. Павліченко А.А., Федорук Ю.В. Морфологічні особливості плодових культур: навч. Посібник. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 108 с.

6. Примак І.Д., Присяжнюк Н.М., Шубенко Л.А. та ін. Порадник із плідівництва, овочівництва та тваринництва для сільських господарів українців: навчальний посібник. Вінниця: «ТВОРИ», 2024. 416 с.

7. Яновський Ю.П. Довідник із захисту плодових культур. К: Фенікс. 2019. 472 с.

**Богдан ВОРОНА<sup>23</sup>**,  
студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ ОБЕС (AVENA)

**Анотація.** Вид *Avenasativa* L. є однією з найважливіших культур для людства у більшості країн світу. Овес посівний володіє значним генетичним різноманіттям, яке представлене численними сортами, лініями та дикими родичами. Ці генетичні ресурси є ключовим фактором для підтримки стійкості виду до мінливих умов довкілля, хвороб та шкідників. Висвітлення генетичної різноманітності вівса є важливим щодо збереження та раціонального використання біоресурсів. У даній статті розглянуто генетичні ресурси виду, їхню важливість для підтримки біорізноманітності та стійкості видового складу. Збереження та раціональне використання генетичного різноманіття вівса є важливим завданням для забезпечення продовольчої безпеки, стійкого розвитку сільського господарства.

**Ключові слова.** Генетичні ресурси, овес, рід *Avena*, вирощування, генетичне різноманіття, методи селекції, морфологічні ознаки.

**Annotation.** The species *Avena sativa* L. is one of the most important crops for mankind in most countries of the world. Seed oats have significant genetic diversity, which is represented by numerous varieties, lines and wild relatives. These genetic resources are a key factor in maintaining the species' resistance to changing environmental conditions, diseases and pests. Highlighting the genetic diversity of oats is important for the conservation and rational use of biological resources. This article examines the genetic resources of the species, their importance for maintaining biodiversity and the stability of the species composition. Preservation and rational use of oat genetic diversity is an important task for ensuring food security and sustainable development of agriculture.

---

<sup>23</sup>Науковий керівник: Аралова Т.С., кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ



**Key words.** Genetic resources, oats, genus *Avena*, cultivation, genetic diversity, breeding methods, morphological features.

**Вступ.** Генетичне різноманіття рослин відіграє вирішальну роль у задоволенні багатограних, постійно зростаючих життєвих потреб людей, забезпеченні функціонування народного господарства, у підтриманні та поліпшенні оточуючого середовища. Саме різноманіття видів, сортів і форм культурних рослин, які відрізняються за напрямками використання, якістю продукції адаптивністю до біотичних та абіотичних чинників середовища, іншими господарсько-цінними ознаками, дозволяє в умовах постійних змін природно-кліматичних умов та соціальних обставин стабільно забезпечувати населення у достатньому обсязі продуктами харчування, одягом, лікарськими засобами, будівельними матеріалами, сировиною для цілого ряду галузей промисловості, задовольняти естетичні потреби, створювати сприятливі для людей штучні ландшафти, тощо. Тому проблема збору, збереження і стабільного використання генетичних ресурсів культурних рослин та їх диких співродичів є виключно важливою на сучасному етапі розвитку як України, так і в цілому світового співтовариства, оскільки вона безпосередньо пов'язана у першу чергу з забезпеченням національної та глобальної продовольчої безпеки. З іншого боку, необхідність збору і збереження зразків генофонду рослин для нинішнього та майбутніх поколінь обумовлена також тим, що внаслідок бурхливого розвитку науково-технічного та технологічного прогресу на величезних площах сільськогосподарських угідь велике різноманіття сортів замінюється одним сортом або декількома, які на даний час вважаються найбільш урожайними, тобто зростає генетична однорідність посівів і плантацій.

**Виклад основного матеріалу.** **Овес посівний** (Рис. 1) – *Avenasativa* L. (*Avena* стародавня лат. назва вівса; *sativus* – посівний) – однорічна трав'яниста рослина родини злакових – *Poáceae*. Овес, представлений безліччю культурних і диких видів. Культурний овес, що культивується в нашій країні відноситься до двох видів: овес посівний (*Avenasativa* L.) і овес візантійський (*Avena buzantina* C. Koch.).

Овес посівний ділиться на плівчастий та голозерний. Голозерний овес має великі багатоквіткові колоски з м'якими плівками, тому при обмолоті зерно легко випадає з них. У плівчастого квіткові плівки тверді. Частіше вирощують плівчасті форми вівса, але зрідка і голозерністі (вони більш вимогливі до умов і менш урожайні).



**Рис. 1. Овес посівний**

Між собою різновиди вівса розрізняються будовою волоті (розлога або одногрива), кольором квіткових лусочок (білий, жовтий, коричневий), остистістю зерна. Безостні форми вівса мають у волоті трохи більше 25 % остистих колосків. У вологі роки остистість менша, а в посушливі (при низькій агротехніці) остистість того самого сорту збільшується.

Овес –одна з найважливіших зернофуражних культур, по сумі посівних площ він займає п'яте місце у світі після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю. Розміщення вівса по континентах характеризує приуроченість його до зон помірною клімату Європи і Північної Америки. Серед закордонних країн він найбільш розповсюджений у США, Канаді, Польщі, Франції, Німеччині. Значна питома вага вівса серед зернових культур Швеції, Фінляндії, Австралії.

В Україні широко вирощують тільки один вид вівса –*A. sativa* – посівний. У південних країнах переважає більш засухостійкий –*A. byzantina* – візантійський.

Зерно вівса – концентрований корм для коней і молодняку усіх видів худоби і домашньої птиці. Воно характеризується рядом цінних властивостей: підвищеним вмістом у білку ряду незамінних амінокислот, особливо лізину і триптофану, багатим складом вітамінів і мінеральних речовин, а також гарними енергетичними властивостями завдяки високому вмістові жиру. Овес – один з основних компонентів комбікормів, що готуються для всіх сільськогосподарських тварин. Використання вівса в харчовій промисловості (вівсяна крупа, пластівці, борошно, толокно й ін.) пов'язано з гарною засвоюваністю живильних речовин і вітамінів, що робить його особливо цінним для дитячого і дієтичного харчування. За вмістом білка, жиру, фосфору і заліза вівсяна крупа значно багата манної, пшоняної і гречаної.

Овес відноситься до родини *Poaceae Barnh (Gramineae Juss.)*, підродини *Pooideae A. Br.*, триби *Aveneae Dum.*, під триби *Aveninae C. Presl.*, роду *Avena L.* Більшість систематиків вважають, що рід *Avena L.* складається з двох підродів: *Sectio I –Avena (Euatena Griseb.)* і *Sectio II –Avenastrum C. Koch.* До першого входять однолітні культурні і бур'яно-польові вівси, а також їхні дикі родичі – вівсюги; у другу – багаторічні лугові і степові злаки. Підрід дійсних вівсів поєднує більш 20 видів, з яких 4 – культурних.

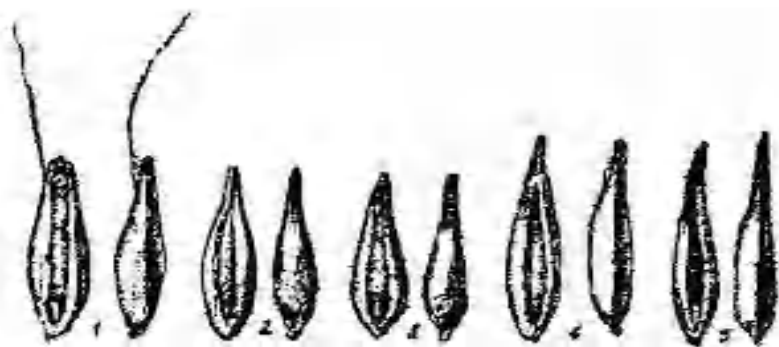
Види вівса подібно пшеницям утворюють поліплоїдний ряд і розділяються на групи з диплоїдним ( $2n=14$ ), тетраплоїдним ( $4n=28$ ) і гексаплоїдним ( $6n=42$ ) числом хромосом, що властиво як диким, так і культурним вівсам.

Каріотип гексаплоїдних вівсів включає три генома А, С і D, що мають походження, відповідно: геном А від диплоїдного вида *A. canariensis*, геном С – від *A. ventricosa* і геном D – невідомого походження. Таким чином, в Україні вирощується овес посівний (*A. sativa*) генотип AACDD [1].

У вівса наявність воскового шару на рослині є домінантною ознакою і контролюється геном Lw1, відсутність воскового шару – рецесивна ознака.

Коренева система мичкувата, проникає у ґрунт на трохи меншу глибину (до 1–1,5 м), ніж у інших зернових хлібів, але має велику кількість корневих

волосків та високу засвоювальну здатність. Стебло – порожниста соломка, заввишки 80–140 см, завтовшки 4–4,5 мм, поділена на 4–7 міжвузлів. Стеблові вузли голі або опушені, на нижніх помітне антоціанове забарвлення. Листки ланцетно-загострені, зелені або сизі, часто з війчастими краями, без вушок, але з добре розвиненим язичком (у деяких форм вівса він відсутній), нерідко покриті восковим нальотом. Суцвіття – різного типу волоть: стиснута або одногрива (гілки притиснуті до осі й спрямовані в один бік), напівстиснута (гілки відходять угору під кутом до осі 30–40), розлога (гілки спрямовані угору під кутом 60–70), горизонтальна (гілки відходять під прямим кутом) та поникла (гілки звисають униз). Гілки розміщуються на осі півкільцями. На кінцях гілок першого і наступних порядків утворюється по одному дво-, триквітковому або багатоквітковому (у голозерного вівса) колоску. Колоскові луски бувають довгі (до 30 мм завдовжки), короткі (близько 20 мм), широкі (6–7 мм), вузькі (менше 5 мм); тонкі, перетинчасті, з поздовжнім жилкуванням. Квіткові луски у пливчастих форм вівса шкірясті, щільно охоплюють зернівку, але не зростаються з нею; за забарвленням – білі, жовті, сірі, коричневі; у голозерних – тонкі, перетинчасті (подібні до колоскових), жовтуваті, між якими вільно лежить зернівка. Зовнішні квіткові луски покриті опушенням або голі, на верхівці закінчуються двома зубцями. В остистих форм вівса на спинці зовнішньої квіткової луски утворюється остюк. Остюки залежно від сорту можуть бути грубими або тонкими, довгими або короткими, прямими чи колінчасто-зігнутими; біля основи часто спіральні закручені. Плід – пливчата або гола зернівка. Пливчасті зернівки за формою поділяються на кілька типів: пробштейський – зернівка на спинці з горбочком, закінчується тупою верхівкою, довгугвата; харківський (лейтевицький) – зерно вужче, ніж у московського типу, без горбочка на спинці, з видовженою тупуватою верхівкою; шатилівський – зернівка коротка, яйцеподібна; довгопливчастий – зерно видовжене, з більш гострою верхівкою; голчастий – зернівка вузька, тонка, стінка плоска (рис. 2).



**Рис. 2 Типи зерен вівса**

*а – пробштейський, б – харківський, в – шатилівський, г – довгопливчастий, д – голчастий*

Зернівки у волоті різні за розміром і масою. Більші з них утворюються у колосках на кінцях гілок першого та другого порядків у верхній і середній частинах волоті, особливо ті, які утворилися в суцвітті першими. У колосках більші перші (нижні) зерна, які за розміром часто у півтора раза перевищують

другі (верхні) зерна. Нижні зернівки відзначаються вищими посівними якостями. Маса 1000 зерен у посівного вівса становить 20–40 г, середня – 30–35 г; плівчастість – 22–34%. Зернівки у голозерного вівса та звільнені від квіткових лусок – у плівчастого мають веретеноподібну форму, жовтувате забарвлення, покриті волосками, які до верхівки зерна густішають і утворюють чубок [2].

Різновидності посівного вівса визначають за такими морфологічними ознаками: формою волоті (розлога чи одногрива), забарвленням зерна (біле, жовте, сіре або коричневе), остистістю волоті (остиста або безоста), плівчастістю зерна (плівчасте, голе). Остистість волоті у вівса залежить від особливостей сорту та погодних умов. Прийнято вважати овес остистим, коли у волоті понад 25% колосків мають остюки. При визначенні білого і жовтого забарвлення зерна вівса іноді важко візуально встановити, яким воно є у дійсності. Коли таке трапляється, зерно обробляють 10%-ю соляною кислотою або опромінюють ультрафіолетовим промінням. У першому випадку його витримують у соляній кислоті 30 хв, після чого висушують при температурі 18–20°C. Через 5 год зерно жовтозерного вівса стає інтенсивно-жовтим, у білозерного через 18 год – світло-коричневим. Під ультрафіолетовим промінням білі зерна мають світло-сіре або голубувате забарвлення, жовті – темно-коричневе. Плівчастість зерна визначають візуально. При необхідності визначення плівчастості у відсотках до загальної маси зерна відбирають дві наважки по 5 г, знімають з усіх зерен квіткові луски і після зважування (з точністю до 0,01 г) вираховують плівчастість у відсотках до кожної наважки зерна. Середній відсоток плівчастості встановлюють на підставі двох визначень.

Зерно вівса містить 12–14 % білка, 40–45 % крохмалю, 4–6 % жиру та значну кількість вітамінів. За вмістом жирів воно набагато перевищує інші злакові хліба. Найбільша кількість жирів міститься в зародку. Олія складається з гліцеридів олеїнової та ліноленової кислот і добре засвоюється тваринами. Частина білків у зернівці вівса знаходиться у вільному стані (проміжні білки), інша частина міцно пов'язана з крохмальними зернами (прикріплені білки). Вміст проміжних білків у ендоспермі зернівки становить близько 55 % від їхньої загальної кількості. Вівсяне борошно не містить клейковини і тому для випікання хліба не використовується. Із зерна вівса виготовляють поживні дієтичні крупи, толокно, печиво, галети тощо. Зерно вівса в достатку містить вітаміни групи В, мікроелементи (кобальт, цинк, марганець), відзначається досить високим потенціалом продуктивності. На сортодільницях урожайність зерна вівса сягає 7,0–8,0 т/га й більше.

Розрізняють ярі й озимі форми вівса. Озимий овес поширений у країнах із м'яким кліматом: Франції, Великобританії, Бельгії. В Україні вирощують виключно овес ярий. Найпоширенішим у виробництві є овес звичайний, або плівчастий (*A. sativa* L.). З інших видів вівса в середземноморських країнах вирощують овес візантійський, який добре переносить посуху та засолення ґрунту. З диких видів вівса поширений вівсюг звичайний і південний.

Біологічні особливості. Вимогливість до тепла. Овес належить до рослин, не вибагливих до тепла. Найменша температура, за якої зернівка вівса проростає – 0,5–1,0 °С. За температури 5 °С тривалість періоду від сівби до сходів становить близько 20 діб, а за температури близько 20 °С сходи з'являються значно скоріше – на 5–6-ту добу. Сходи без шкоди витримують зниження температури до –5–7 °С. Для повного циклу розвитку ранньостиглих сортів вівса сума активних температур має становити 1200–1700 °С, для середньостиглих 1900–2100 °С. Високі температури овес переносить значно гірше, ніж пшениця яра і ячмінь. За температур понад 40°C, через 4–5 год у вівса порушується нормальна робота продихів листків. Вимогливість до вологи. Серед ранніх ярих зернових культур овес найбільш вибагливий до вологи. Для набубнявіння та проростання насінню вівсу потрібно понад 65–70 % води від власної маси [3].

Найбільше рослини вівса потерпають від нестачі вологи в міжфазний період виходу в трубку-викидання волоті. Серед зернових хлібів I і II груп, овес має найбільший транспіраційний коефіцієнт, за винятком рису. Він варіює в значних межах залежно від погодних умов вегетаційного періоду - від 450 до 600. Вимогливість до ґрунтів. Порівняно з іншими зерновими культурами овес менш вимогливий до родючості ґрунту, легше витримує підвищену (рН=4,5–5,5) кислотність. Водночас оптимальною реакцією ґрунтового розчину, за якої рослини можуть максимально реалізовувати свій потенціал, є нейтральна. Завдяки добре розвиненій кореневій системі овес нормально розвивається на піщаних, суглинкових, глинистих, дерново-підзолистих ґрунтах. Малоприсадибними для нього є солонцеві ґрунти.

Кущиться овес гірше за ячмінь (загальна кущистість 3–4 стебла, продуктивна – 1,5–2,0). Коренева система здатна поглинати з ґрунтів важкорозчинні поживні речовини, особливо фосфорну кислоту з фосфатів. Тривалість вегетаційного періоду залежно від зони та особливостей сорту становить 100–120 діб. Сорти. На сьогодні в Україні зареєстровано 28 сортів вівса, серед яких найбільш поширеними та перспективними є: – у Лісостепу: Візит, Закат, Мусон, Мустанг та ін.; – у Степу: Бусол, Ірен, Мустанг, Скарб України, Регбі та ін.; – на Поліссі: Ант, Зірковий, Парламентський, Світанок та ін [4].

Одним з основних напрямків селекційної роботи з вівсом є поліпшення біохімічних, технологічних і споживчих властивостей зерна цієї культури та крупи з нього. За калорійністю, вмістом білків і, особливо, жиру вівсяна крупа немає собі рівних. Білки вівсяних круп добре засвоюються організмом людини і багаті незамінними амінокислотами. Вони містять багато лізину, аргініну і триптофану. Суттєвим резервом у вирішенні проблеми виробництва дієтичних харчових продуктів є вирощування голозерних сортів вівса. Основним методом селекції вівса залишається внутрішньовидова гібридизація з наступним індивідуальним добором у розсадниках. Цей метод дає можливість створити і відібрати зразки, які поєднують в собі позитивні ознаки батьківських форм [5].

**Висновок.** Отже, рід *Avena* включає багато видів, які є дуже цінними для селекційної практики, оскільки мають унікальні генетичні характеристики.

Вивчення генетичних ресурсів цих видів є ключовим етапом для розуміння їхньої біології, виявлення механізмів адаптації до змін клімату та створення нових високо продуктивних сортів з покращеними властивостями.

### Список використаної літератури

1. Васильківський С.П. та ін. Спеціальна генетика сільськогосподарських культур: Біла Церква. 2011. 230с.
2. Чекалін М. М. та ін. Селекція і генетика окремих культур: Полтава. 2008. 308с.
3. Буняк О. І. Здобутки селекціонерів Носівської СДС НААН по створенню сортів вівса. 2011. С. 32–34.
4. Черчель В. Ю. та ін. Ячмінь ярий чи овес: виробництво, сорти, переваги. 2015. С. 34–40.
5. Бугайов В.Д. та ін. Спеціальна селекція польових культур: Біла Церква. 2010. 368с.

**Олександр ГНАТЮК<sup>24</sup>,**  
студент магістратури 2-го року,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
м. Вінниця, Україна

### ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ВИРОЩУВАННЯ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ НА СУБСТРАТІ ІЗ РІВНОТРАВНОГО СІНА

***Анотація.** У статті наводяться результати дослідження впливу біопрепаратів, як додатку до субстрату під час вирощування гливи звичайної в умовах закритого ґрунту. В якості субстрату використовувалось сіно злаково-бобового різнотрав'я з використанням штаму гливи звичайної K-17, який відноситься до шокових штамів. Під час висіву міцелію до субстрату додавали біопрепарат Азотофіт чи Фітохелп в кількості 10-12 мл/10 кг субстрату. Впродовж загального періоду вирощування гливи створюються умови для отримання двох хвиль плодоношення гриба. На основі отриманих даних контрольний варіант характеризувався більш коротким циклом відносно інших варіантів досліду. Встановлено, що застосування біопрепаратів у якості додатку до субстрату впливає не однаково на ріст і розвиток грибів. Бактерій *Azotobacter chroococcum* і *Bacillus subtilis* позитивно пришвидшують процес повного опанування міцелієм субстрату відносно міцелію контрольного варіанту. Тривалість циклу вирощування гливи у досліді склала в середньому 1,5 місяці, що дозволить у щорічному виробничому процесі отримати до 6 циклів культивування грибів з врахуванням проведення ремонтних робіт у літні*

<sup>24</sup>Науковий керівник: Вдовенко С.А., доктор с.-г. наук, професор кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

місяці. На масу і кількість плодових тіл, а також на кількість зростків встановлено позитивний вплив біопрепаратів. Найбільшу кількість груп плодових тіл (10-11) спостерігали у першій хвилі на субстраті з додаванням біопрепарату Фітохелп, в той час як в контрольному варіанті досліджуваній показник був у 2 рази менший. Під час формування 1 хвилі плодоношення біопрепарат Азотофіт також забезпечив утворення на субстраті значної кількості (5-6) груп плодових тіл, в той час як у 2 хвилі плодоношення не спостерігалось утворення великої кількості груп. Одночасно, більша кількість плодових тіл (153 шт) отримано на субстраті, де застосовано біопрепарат Фітохелп, основу якого становлять бактерії *Bacillus subtilis*, а також дещо меншу кількість зростків (121-124 шт) встановлено на субстраті з додатком Азотофіту. Найвища урожайність гливи звичайної штаму К-17 досягнуто у варіантах з досліджуваними біопрепаратами, яка становить за 2 хвилі плодоношення 40,2 та 41,38 кг/100 кг субстрату та значно перевищує врожайність контрольного варіанту. Встановлено, що 89 % загального врожаю можна отримати у 1 хвилі плодоношення на субстраті з додатком Азотофіту, а 2 хвиля плодоношення була малопродуктивною.

**Ключові слова:** глива звичайна, біопрепарати, субстрат, урожайність, хвиля плодоношення, плодове тіло.

**Табл.: 2. Рис.: 1. Літ.: 15.**

**Abstract.** The article presents the results of a study on the influence of biological products as an additive to the substrate during the cultivation of oyster mushrooms under controlled indoor conditions. Grass-legume hay was used as the substrate, with the K-17 strain of oyster mushrooms, classified as a shock strain. During the inoculation of the mycelium, the biological products Azotofit or Phytohelp were added to the substrate in a quantity of 10-12 ml per 10 kg of substrate. During the overall period of oyster mushroom cultivation, conditions are created to obtain two fruiting waves. Based on the data obtained, the control variant was characterized by a shorter cycle compared to other experimental variants. It was established that the use of biological products as a substrate additive affects the growth and development of the mushrooms differently. The bacteria *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus subtilis* positively accelerate the process of full substrate colonization by the mycelium compared to the control variant. The duration of the oyster mushroom cultivation cycle in the experiment averaged 1.5 months, which allows for up to 6 cultivation cycles annually, taking into account maintenance work during the summer months. A positive effect of the biological products on the mass and number of fruiting bodies, as well as on the number of clusters, was established. The highest number of fruiting body clusters (10-11) was observed during the first wave on the substrate with the addition of the Phytohelp biological product, while in the control variant, this indicator was twice as low. During the formation of the first fruiting wave, the Azotofit biological product also ensured the formation of a significant number of fruiting body clusters (5-6) on the substrate, while in the second fruiting wave, no large number of clusters was observed. At the same time, a

greater number of fruiting bodies (153) was obtained on the substrate with the *Phytohelp* biological product, which is based on *Bacillus subtilis* bacteria, while a slightly smaller number of clusters (121-124) was recorded on the substrate with the addition of *Azotofit*. The highest yield of the K-17 strain of oyster mushrooms was achieved in the variants with the investigated biological products, reaching 40,2 and 41,38 kg per 100 kg of substrate during the second fruiting wave, which significantly exceeds the yield of the control variant. It was established that 89% of the total yield can be obtained during the first fruiting wave on the substrate with the addition of *Azotofit*, while the second fruiting wave was of low productivity.

**Keywords:** oyster mushroom, biological products, substrate, yield, fruiting wave, fruiting body.

**Tabl.: 2. Fig.:1. Ref.: 15.**

**Вступ.** Глива звичайна (*Pleurotus ostreatus*) – це гриб, який в Україні завоював належну популярність. Це сталося певною мірою завдячуючи науковим дослідженням біології, фізіології, виявленим лікувальним властивостям цього виду макроміцетів [1, 4, 8, 14, 15]. Глива «плеврот черепитчастий» або «плеврот звичайний» належить до базидіальних грибів, де плодове тіло складається з шапинки, яка плавно переходить у ніжку, є їстівним грибом [7, 10, 12, 13]. Глива має ще одну властивість – вона не накопичує в своєму плодовому тілі шкідливих речовин з навколишнього середовища та не містить пестицидів, солей важких металів, хімікатів [11].

Для українського суспільства вирощування якісних, безпечних продуктів харчування, залишається важливою складовою загальнонаціональної продовольчої безпеки держави. Через військові дії на українських сільськогосподарських землях відбуваються суттєві зміни в агровиробничій структурі, а відтак нагальною постає необхідність у розв'язанні питання виробництва продуктів харчування за рахунок вирощування власної сировини, залучення інноваційних здобутків біотехнології та окреслюючи за мету досягнення сталого розвитку, екологічності агровиробництва, підвищення конкурентоспроможності та ефективності в міжсезонний період. Інтенсивний спосіб виробництва грибів, придатний для промислового та аматорського виробництва. Для малих грибних господарств і підприємств з обмеженими фінансовими можливостями такий вид є оптимальним для культивування [5, 6]. Вирішування нових викликів військового часу українським фермерам досить часто доводиться використовувати меншу кількість робочих рук, а сільське господарство має велику потребу в спеціалістах. За інтенсивного вирощування гливи звичайної можна отримати високоякісний екологічно чистий продукт.

Воєнний стан у нашій країні зобов'язує спрямовувати власні фізичні та інтелектуальні сили суспільства як для військової оборони країни так і для збільшення продовольчої безпеки у формі запровадження виробництва якісного продовольства на основі досягнень науки.

**Формування цілей статті.** Підняття та висвітлення у статті даної теми має на меті застосування інноваційних біотехнологій з метою розвитку



грибівництва України, забезпечення національної продовольчої безпеки, благополуччя краю, здоров'я суспільства.

**Виклад основного матеріалу. Методика проведення дослідження.**

Досліди щодо впливу біопрепаратів при вирощуванні гливи звичайної проведено в 2024 року в умовах Вінницького національного аграрного університету. В якості субстрату використовувалось сіно злаково-бобового різнотрав'я, яке в подальшому подрібнювалось для проведення термічної дезінфекції. У досліді використано штам гливи звичайної К-17, який відноситься до шокових штамів. Загальна кількість міцелію становила 3-5 % від маси субстрату в мішку. Під час висіву міцелію до субстрату додавали біопрепарат Азотофіт чи Фітохелп в кількості 10-12 мл/10 кг субстрату. Завдяки відсутності патогенності бактерія *Bacillus subtilis* дозволила присвоїти статус GRAS (generally regarded as safe), тобто організмів безпечних [9].

Наявність у субстраті бобових трав сприяє швидкому перебігу ростових процесів завдяки активізації міцелію гливи звичайної, збільшенню антиокисних речовин, підвищенню конкурентоспроможності до інших міксоміцетів [15].

У результаті проведених досліджень встановлено, що підготовлений субстрат із злаково-бобових трав містить оптимальну кількість поживних речовин для забезпечення сприятливих умов життєдіяльності міцелію гриба. Рівномірність опанування міцелієм субстрату забезпечує оптимальне використання доступних елементів, а також швидкій появі плодових тіл.

Загальна врожайність формувалась із двох хвиль плодоношення, яку перераховували в кг/100 кг субстрату. В умовах сьогодення отримання екологічно безпечної продукції грибівництва можливе лише за вирощування у штучних суворо контрольованих умовах [2, 3].

**Результати досліджень.** Час початку першої хвилі плодоношення (табл. 1) вказує на потенціал штаму в умовах захищеного ґрунту.

В досліді початок плодоношення спостерігався вже на 21-24 добу від додатку до субстрату біопрепаратів Фітохелп чи Азотофіт, тоді як в контрольному варіанті лише на 28 добу. Найбільш раннє плодоношення встановлено у варіанті із додаванням до субстрату препарату Азотофіт (бактерії *Azotobacter chroococcum*).

За оптимальністю умов дослідження відслідковується залежність інтенсивності перебігу процесів (фаз) росту та розвитку гливи звичайної від застосованих біопрепаратів, що в кінцевому результаті вплинуло на загальний врожай гриба.

Впродовж загального періоду вирощування гливи створюються умови для отримання двох хвиль плодоношення гриба.

На основі отриманих даних контрольний варіант характеризувався більш коротким циклом відносно інших варіантів досліді.

Довготривалість в процесі вирощування гливи звичайної створює більш оптимальну циклічність виробництва впродовж календарного року вирощування.

Таблиця 1

Фенологічні спостереження досліджуваної гливи звичайної штаму K-17,  
(кількість діб від посіву)

Фази росту та розвитку гливи звичайної	Без додатку біопрепаратів (К)	Азотофіт		Фітохелп	
Інокуляція (дата посіву) субстрату зерновим міцелієм	0	0	0	0	0
Повне обростання субстрату міцелієм гриба	22	15	18	19	18
Поява примордіїв	26	19	22	27	22
Початок 1 хвили плодоношення	28	21	24	30	24
Збір 1 хвили урожаю грибів	30	26	29	32	29
Початок 2 хвили плодоношення	42	41	41	41	41
Збір 2 хвили урожаю грибів	47	45	45	45	45
Завершення циклу вирощування грибів	54	51	51	51	51

Встановлено, що застосування біопрепаратів у якості додатку до субстрату впливає не однаково на ріст і розвиток грибів. Бактерій *Azotobacter chroococcum* і *Bacillus subtilis* позитивно пришвидшують процес повного опанування міцелієм субстрату відносно міцелію контрольного варіанту.

Тривалість циклу вирощування гливи у досліді склала в середньому 1,5 місяці, що дозволить у щорічному виробничому процесі отримати до 6 циклів культивування грибів з врахуванням проведення ремонтних робіт у літні місяці.

На масу і кількість плодових тіл, а також на кількість зростків встановлено позитивний вплив біопрепаратів.

Найбільшу кількість груп плодових тіл (10) спостерігали у першій хвили на субстраті з додаванням біопрепарату Фітохелп, в той час як в контрольному варіанті досліджуваний показник був у 2 рази менший.

Під час формування 1 хвили плодоношення біопрепарат Азотофіт також забезпечив утворення на субстраті значної кількості (5-6) груп плодових тіл, в той час як за 2 хвили плодоношення не спостерігалось утворення великої кількості груп.

Одночасно, більшу кількість плодових тіл (153 шт) отримано на субстраті, де застосовано біопрепарат Фітохелп, основу якого становлять бактерії *Bacillus subtilis*, а також дещо меншу кількість зростків (121-124 шт) вирощено на субстраті з додатком Азотофіту.

На масу і кількість плодових тіл, а також на кількість зростків встановлено позитивний вплив біопрепаратів (табл.2).

Таблиця 2

## Біометричні показники плодового тіла гливи звичайної штаму К-17 (2024 р.)

Показники біометрії	Без застосування біопрепарату (К) <sup>2</sup>	Азотофіт	Фітохелп
1 хвиля плодоношення			
Кількість груп плодових тіл	5	5,5	10,5
Кількість зростків, шт	97	122,5	119
Маса плодового тіла, всього (г)	1800	2350	1745,5
Середня маса плодового тіла, г	18,5	19,15	15,28
2 хвиля плодоношення			
Кількість груп плодових тіл	4	1	4,5
Кількість зростків, шт	72	16	44,5
Маса плодового тіла, всього (г)	401	280	850
Середня маса плодового тіла, г	5,5	19,3	19,05

Найважчими плодовими тілами у 1 хвилі плодоношення характеризувався субстрат, до якого додавали Азотофіт, де отримана величина становила 19,2 г, а у 2 хвилі плодоношення середня маса – 19,5 г, що значно перевищує контроль.

Результати проведеного дослідження свідчать, що найвищої урожайності гливи штаму К-17 досягнуто у варіантах з досліджуваними біопрепаратами, яка становить за 2 хвилі плодоношення 40,2 та 41,38 кг/100 кг субстрату та значно перевищує врожайність контрольного варіанту (рис.1).

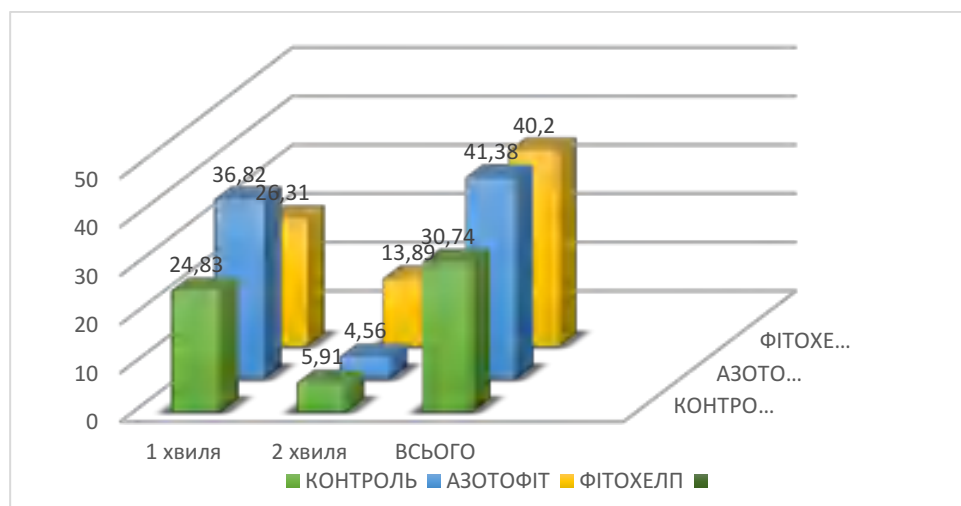


Рис. 1 Урожайність грибів на субстраті, кг/100 кг субстрату

Також встановлено, що 89 % загального врожаю отримано у 1 хвили плодоношення на субстраті з додатком Азотофіту, а 2 хвиля плодоношення була малопродуктивною (11% від загального врожаю). Одночасно, у варіанті з додатком Фітохелпу загальна врожайність становила 40,2 кг/100 кг субстрату, що істотно перевищувало врожайність контролю на 9,46 кг, а розподіл урожаю за хвилями плодоношення становив відповідно: 65 % і 35 %.

### **Висновки.**

1. Застосування біопрепаратів, як додатку до субстрату, за вирощування гливи звичайної сприяє швидкому проходженні основних фаз росту та розвитку гриба та в цілому збільшує його продуктивність, дозволяє отримати екологічно чисту продукцію.

2. Бактерії *Azotobacter chroococcum* і *Bacillus subtilis* сприяють швидкому опануванню субстрату міцелієм, кращому використанню поживних елементів, що забезпечує збільшення біометричних показників гливи звичайної. Найважчими плодовими тілами у 1 хвили плодоношення характеризувався субстрат, до якого додавали Азотофіт, де отримана величина плодового тіла становила 19,1 г, у 2 хвили плодоношення середня маса може становити 19,3 г.

3. Загальна врожайність гливи звичайної складається з 2 хвиль плодоношення, однак може збільшуватись від 30,7 – до 40,2 чи 41,38 кг/100 кг субстрату за використання Азотофіту чи Фітохелпу як додатку до субстрату. Загальний вміст врожаю в 1 хвили плодоношення може становити 65-89 % та 11-35 % від загального врожаю у 2 хвили плодоношення за використання досліджених біопрепаратів.

### **Список використаної літератури**

1. Вдовенко С.А. Вирощування їстівних грибів. Вінниця: Навч. посібник. 2011 р. 135 с.

2. Горшкова Л.М., Верченко Є.В. Вплив ЕМ-технологій на урожайність гливи звичайної (*pleurotus ostreatus*): зб. наукових праць V Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Житомир: вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2014 р., с. 38-40.

3. Войтенко Т.Л. Режими термічної обробки субстрату при вирощуванні гливи звичайної у штучних умовах. Овочівництво і баштанництво. 2010 р., Вип. 56. с. 91-95.

4. Овчарук В.І. Екологічна особливість гливи звичайної за екстенсивного способу вирощування. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.18. с. 48-52.

5. Цизь О.М., Лящук Є.В. Господарсько – біологічна оцінка штамів гливи звичайної. *Наукові доповіді НАУ* <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2007-3/07tomboe.pdf> (дата звернення: 01.12.2023)

6. Голуб Г., Огороднік А. Гриби у пристосованих приміщеннях. *Техніка АПК*, 2004 р., с. 17.

8. Мельник Віктор. Гливи. Грибник. 2017 р., URL: <http://gribnick.org.ua/grib-glivi.html> (дата звернення: 01.12.2023).

9. Бабаянц Ольга. Грибівництво в Україні – війна у розпалі. 31.01.2023 р., <http://www.agroone.info> (дата звернення: 04.12.2023).

10. Опис корисної моделі до патенту № 74992, <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=180055&chapter=description>

11. Вдовенко С.А., 2014 р., *Особливості формування врожаю гливи звичайної за інтенсивного вирощування*. Стаття. ВНАУ.

12. Тарасюк Людмила, Тарасюк В. *Все про гриб глива (вешенка)*. Журнал *агросвіт України*., <http://www.auv.com.ua-sectionchif/hrybnytstvo/270> (дата звернення 10.12.2023).

13. Говорун В.Д., Тимошук О.О. Гриби Хмельниччини. Навч. посібник. Хмельницький: Поліграфіст-2, 2014 р., с. 14

14. *Ботанікс – журнал про рослини*. Ми вирощуємо плеврот черепчастий (*Pleurotus ostreatus*). КПП – клуб садівників є міжнародною організацією садівників. <http://www.botanix.kpr.eu> (дата звернення 11.12.2023).

15. Вдовенко С.А., *Особливості культивування гливи звичайної на солом'яних субстратах*. Збірник наукових праць ВНАУ №8(48) 2011 р.

16. Дорошкевич Н.В. Господарсько-біологічна оцінка нових штамів гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacd.:Fr)Kummer: дис. канд. с/г наук: 06.01.06 / Неля Вікторівна Дорошкевич. Донецьк, 2010 р., 189 с.

**Андрій ГРИГОРУК<sup>25</sup>,**

студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **КОНТРОЛЬ ШКІДЛИВОСТІ БУР'ЯНІВ В ПОСІВАХ ОЗИМОГО РІПАКУ**

**Анотація.** У статті розглядаються основні аспекти контролю шкідливості бур'янів в посівах озимого ріпаку. Підкреслюється важливість боротьби з бур'янами, які можуть значно знижувати врожайність культури, особливо на початкових етапах її розвитку. Описані найбільш поширені шкідливі бур'яни, такі як осот польовий, ромашка непахуча, костриця лучна, підмаренник чіпкий і гірчак, а також методи боротьби з ними, включаючи агротехнічні, хімічні та біологічні підходи. Наголошується на необхідності комплексного підходу для забезпечення ефективного захисту посівів і стабільності врожаю. Увага приділяється впливу бур'янів на ріст і розвиток ріпаку, а також на формування рослин, стійких до морозів та здатних до весняного гілкування. Окрім цього, розглядаються рекомендації щодо інтегрованого управління бур'янами з метою мінімізації втрат врожаю та підвищення рентабельності вирощування озимого ріпаку.

---

<sup>25</sup>Науковий керівник: Окрушко С.Є., кандидат с.-г. наук, доцентка фебри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

**Ключові слова:** озимий ріпак, бур'яни, урожайність, аграрне виробництво, методи боротьби, шкідливість бур'янів.

**Annotation.** *The article discusses the main aspects of weed control in winter rapeseed crops. The importance of weed control, which can significantly reduce the yield of the crop, especially in the initial stages of its development, is emphasized. The most common noxious weeds, such as field thistle, odorless chamomile, meadow fescue, tenacious bedstraw and bittern, as well as methods of controlling them, including agrotechnical, chemical and biological approaches, are described. The need for an integrated approach to ensure effective crop protection and crop stability is emphasized. Attention is paid to the effect of weeds on the growth and development of rapeseed, as well as on the formation of plants that are resistant to frost and capable of spring branching. In addition, recommendations for integrated weed management are considered in order to minimize crop losses and increase the profitability of winter rapeseed cultivation.*

**Key words:** winter rapeseed, weeds, yield, agricultural production, control methods, weed harmfulness.

**Вступ.** Озимий ріпак є важливою культурою в аграрному виробництві, що має велике значення для отримання якісної олії та кормів для тварин. Проте, його продуктивність може значно знижуватися через наявність бур'янів, які конкурують з рослиною за воду, поживні речовини і сонячне світло. Ефективний контроль бур'янів є важливою умовою для забезпечення високого врожаю. Контроль шкідливості бур'янів в посівах озимого ріпаку є важливою складовою агрономічної практики, що безпосередньо впливає на урожайність та якість культури. Бур'яни, зокрема злакові та дводольні, можуть значно знижувати продуктивність ріпаку, конкуруючи за ресурси, такі як вода, поживні речовини та світло. Вони також можуть бути джерелом хвороб і шкідників, що ще більше ускладнює ведення сільського господарства.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Останніми роками в Україні площі під посівами ріпаку стабільно збільшуються, що обумовлено високою рентабельністю цієї культури. Ефективне використання біологічного потенціалу ріпаку може суттєво сприяти зростанню виробництва харчових продуктів, кормів і промислової сировини. Ріпакова олія стає дедалі популярнішою у світі для харчових потреб, а виготовлення біодизельного палива з його насіння є важливим енергетичним ресурсом для регіонів з обмеженими паливними запасами. Крім того, ріпак допомагає покращувати фітосанітарний стан ґрунтів і виступає гарним попередником для озимої пшениці.

Ріпак є цінною технічною культурою. Його насіння містить 48-52% олії, яку застосовують у лакофарбовій, миловарній, харчовій та інших промислових галузях. Макуху, отриману після термічної обробки, використовують як корм для тварин. Озимий ріпак також вирощують для отримання зеленого корму [5].

Головною особливістю бур'янів є те, що вони являються конкурентами культурних рослин за важливі фактори життя: світло, вологу, поживні речовини, а також змушують витратити значні матеріальні і трудові ресурси на регулювання їхньої чисельності у складі агрофітоценозів. Бур'яни є також резерваторами шкідників та збудників хвороб.

Боротьба із бур'янами – це надзвичайно складна система заходів, завданням яких є знищення бур'янів або зниження їх шкідливості, дозволеними способами і засобами. Контроль шкідливості бур'янів в посівах озимого ріпаку є важливим етапом агротехнології вирощування даної культури. Від правильної технології, яка включає в себе профілактику, викорінювання та захист від бур'янів, залежить врожайність культури та якість її продукту.

Контроль бур'янів у посівах озимого ріпаку є вкрай важливим, оскільки втрати врожаю через їх присутність можуть перевищувати 15 %. Сильне забур'янення істотно знижує продуктивність культури, особливо на початкових стадіях її розвитку. Конкуренція за поживні речовини, вологу та світло призводить до формування слабких рослин, які менш стійкі до морозів і мають обмежений потенціал для весняного розгалуження [1].

Бур'яни можуть викликати значні втрати врожаю озимого ріпаку, знижуючи його конкурентоздатність. У перші фази росту ріпак є особливо вразливим до бур'янів, оскільки коренева система тільки починає розвиватися. Конкуренція з бур'янами у цей період може негативно вплинути на формування врожайності. Окрім того, бур'яни є середовищем для розвитку хвороб і шкідників, що також погіршує стан рослин.

**Таблиця 1**

**Виробництво озимого ріпаку в Україні за 2021-2023 роки**

Роки	площа зібрана, тис.га	обсяг виробництва (валовий збір), тис.ц	урожайність, ц з 1 га площі зібраної
<b>ріпак озимий</b>			
2021	244,4	6993,2	28,6
2022	280,2	7410,9	26,4
2023	354,1	9865,3	27,9

*Джерело: сформовано автором на основі [2].*

Розглянемо основні шкідливі бур'яни для озимого ріпаку (рис. 1):

1. Осот польовий – один з найпоширеніших і найшкідливіших багаторічних бур'янів для озимого ріпаку. Він має добре розвинену кореневу систему, яка проникає на глибину до 3-5 метрів, що дозволяє йому виживати в різних умовах. Конкурує з ріпаком за вологу та поживні речовини. Його сильні корені утворюють нові пагони, що дає можливість швидко розростатися. Може знижувати врожайність на 20-30%.

2. Ромашка непахуча – це однорічний бур'ян, який дуже швидко поширюється на полях озимого ріпаку. Він зазвичай росте на добре зволжених ґрунтах. Витісняє культуру на ранніх етапах розвитку, особливо в умовах

надмірної вологості. Ромашка здатна утворювати густі зарості, що призводить до пригнічення росту ріпаку.

3. Костриця лучна – багаторічний злак, який часто зустрічається на добре зволжених і родючих ґрунтах. Вона має потужну кореневу систему і здатна витримувати низькі температури, що дозволяє їй успішно конкурувати з озимим ріпаком. Костриця швидко поширюється і витісняє ріпак, особливо на полях із недостатнім обробітком ґрунту. Це призводить до зниження врожайності через конкуренцію за ресурси.

4. Підмаренник чіпкий – однорічний бур'ян, який має особливу здатність чіплятися за сусідні рослини, утворюючи густі зарості, що значно пригнічують культуру. Він добре пристосовується до різних типів ґрунтів, але особливо поширений на вологих і родючих. Створює конкуренцію для ріпаку за світло, воду та поживні речовини, що призводить до значного зниження врожайності. Окрім цього, підмаренник може ускладнювати механізований збір врожаю через свою здатність обвиватися навколо стебел культурних рослин.

5. Гірчак – це однорічний бур'ян, представлений кількома видами, такими як гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus*) і гірчак розлогий (*Polygonum aviculare*). Він має високу конкурентоздатність і може швидко поширюватися в посівах озимого ріпаку. Бур'ян агресивно конкурує з ріпаком за вологу та поживні речовини, особливо на родючих і добре зволжених ґрунтах. Гірчак може знижувати врожайність до 15-20%.



осот польовий

ромашка непахуча

костриця лучна

підмаренник чіпкий

гірчак

Джерело: сформовано автором на основі [7].

Ці бур'яни швидко адаптуються до умов вирощування ріпаку та пригнічують розвиток культури, особливо на початкових стадіях.

За умов засміченості посівів бур'янами, ріпак має тенденцію до інтенсивнішого вертикального росту. Це осіннє забур'янення сприяє надмірному витягуванню рослин, внаслідок чого точка росту переміщується вище поверхні ґрунту, а коренева система розвивається слабше. Такий розвиток збільшує ризик вимерзання рослин і призводить до формування низьковрожайних посівів. Основними конкурентами ріпаку за світло, вологу та поживні речовини, окрім бур'янів, є також падалиця злакових культур, які найчастіше є попередниками в сівозміні. Деякі види двосім'ядольних бур'янів, що переважали в попередніх посівах, також впливають на продуктивність ріпаку. Шкідливість двосім'ядольних бур'янів залежить від кількох чинників:

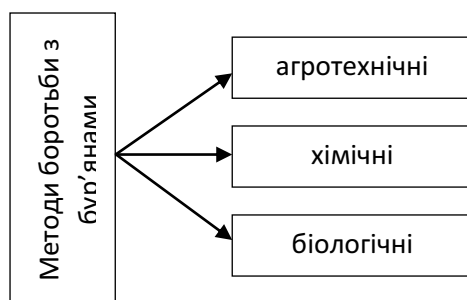


ефективності гербіцидів, які використовувалися в попередніх культурах, а також від строків і якості обробітку ґрунту [3].

Значну проблему становить падалиця злакових культур. Її поширення сприяє несвоєчасне або неякісне збирання врожаю зернових культур. Навіть за оптимальних умов при зборі врожаю втрати зерна можуть досягати 2% від загального врожаю, що відповідає третині рекомендованої норми висіву озимих культур. Падалиця розміщується нерівномірно, найбільше її накопичується у смугах, де проходив комбайн, шириною 1,5–2 метри. При поверхневому дискуванні ґрунту під ріпак сходи падалиці з'являються смугами з високою густрою.

Для обмеження шкідливості падалиці та бур'янів, а також злакових бур'янів та інших сегетальних рослин, посіви обробляють ґрунтовими гербіцидами до або після сівби, але до появи сходів ріпаку. Серед ґрунтових гербіцидів, які ефективно діють до появи сходів культури, широко використовують препарати на основі хлорацетанілідів (метазахлор, S-метолахлор, пропізохлор, ацетохлор) та динітроанілінів (трифлуралін). Однак ці препарати неефективні проти багаторічних бур'янів, для контролю яких застосовують післясходові препарати на основі кломазону або клопіраліду [6].

Для контролю шкідливості бур'янів в посівах озимого ріпаку використовують різноманітні методи: агротехнічні, хімічні та біологічні (рис. 2).



**Рис. 2. Методи боротьби з бур'янами**

*Джерело: сформовано автором на основі [5].*

Агротехнічні заходи. Правильне чергування культур допомагає контролювати кількість бур'янів, зменшуючи їх розмноження на одному і тому ж полі. Наприклад, включення культур із густим листям або високою здатністю до затінення (кукурудза, пшениця) знижує розвиток бур'янів. Осінній обробіток перед висівом ріпаку є одним із важливих агротехнічних методів, що допомагає знищити бур'яни до їх появи у посівах. Це включає глибоке зоране поле, що сприяє руйнуванню кореневих систем багаторічних бур'янів. У деяких випадках використовується механічне видалення бур'янів на ранніх етапах росту ріпаку. Це може бути використання культиваторів, що розпушують ґрунт і виривають бур'яни.

Хімічний контроль. Хімічні засоби (гербіциди) є основним методом боротьби з бур'янами в промисловому виробництві озимого ріпаку. Для ефективного контролю бур'янів слід правильно підбирати препарати з урахуванням фаз росту культури та типу бур'янів. Ґрунтові гербіциди, їх

використовують перед або після посіву, але до появи сходів ріпаку. Це допомагає стримати бур'яни на ранніх стадіях розвитку. Наприклад, препарати на основі метазахлору або диметенаміду мають широкий спектр дії проти однорічних дводольних та злакових бур'янів. Післясходові гербіциди, їх застосовують після появи сходів ріпаку, коли визначається основна маса бур'янів. Ефективні препарати на основі хлорсульфурону, клопіраліду або імазамоксу, які знищують широколисті та злакові бур'яни.

Біологічні методи. Використання біологічних методів боротьби з бур'янами є екологічно безпечним і може застосовуватися як доповнення до інших методів. Наприклад, використання специфічних комах або грибів для контролю окремих видів бур'янів може зменшити їх чисельність без шкоди для ріпаку та навколишнього середовища.

Підбір методу контролю шкідливості бур'янів в посівах озимого ріпаку залежить від ряду факторів: рівня зараженості поля бур'янами, економічної ефективності, екологічних вимог. Отже, важливим є правильний підбір методів контролю шкідливості бур'янів для кожної конкретної ситуації [4].

Найбільш ефективною стратегією є комплексний підхід до боротьби з бур'янами, який включає:

- 1) Підбір правильного сорту ріпаку, стійкого до бур'янів.
- 2) Чергування культур у сівозміні для запобігання накопиченню бур'янів.
- 3) Використання гербіцидів у поєднанні з агротехнічними методами.
- 4) Проведення постійного моніторингу полів на предмет забур'яненості.

Узагальнюючи, можемо сказати, що контроль шкідливості бур'янів в посівах озимого ріпаку є необхідним етапом вирощування цієї культури. Вибір методу контролю шкідливості бур'янів повинен бути здійснений з урахуванням ряду факторів.

**Висновки.** Отже, контроль шкідливості бур'янів у посівах озимого ріпаку є критично важливим елементом для забезпечення стабільних і високих врожаїв. Бур'яни, такі як осот польовий, ромашка непахуча, костриця лучна, підмаренник чіпкий і гірчак, конкурують з культурою за ресурси, погіршуючи її ріст і розвиток, що може призводити до значного зниження врожайності. Ефективна боротьба з бур'янами повинна базуватися на комплексному підході, який включає агротехнічні, хімічні та біологічні методи. Зокрема, важливо правильно обирати гербіциди залежно від типу бур'янів і фаз розвитку ріпаку, а також застосовувати сівозміну та механічний обробіток ґрунту. Інтегровані системи захисту рослин допомагають зберегти врожайність і забезпечити рентабельність вирощування озимого ріпаку, зменшуючи негативний вплив бур'янів на культуру.

### Список використаної літератури

1. Деробон І. Ю., Малик К. В., Овдійчук В. П. Якість ріпаку озимого залежно від удобрення. *Сільське господарство сьогодення* (збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науково-

педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених, збірник 1. ЖНАЕУ, 2019. С. 129–130.

2. Державна служба статистики. URL:<https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 04.09.2024).

3. Забарний О. С., Дем'янюк О. С. Оцінка стану та перспективи розвитку ріпаківництва в Україні й світі. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 83-90.

4. Забарний О.С., Забарна Т.А. Особливості догляду за посівами ріпаку озимого у весняний період. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 1 (32). С. 50-61.

5. Захистити ріпак правильно. URL:<https://fmc.com.ua/articles/zahistiti-ripak-pravilno/> (дата звернення: 04.09.2024).

6. Контроль злакових бур'янів у посівах озимого ріпаку. URL:<https://www.agronom.com.ua/kontrol-zlakovyh-bur-yaniv-u-posivah-ozymogo-ripaku/> (дата звернення: 04.09.2024).

7. Захист ріпаку від бур'янів. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/253-zakhyst-ripaku-vid-burianiv.html> (дата звернення: 04.09.2024).

**Олексій ГУБЧАКЕВИЧ<sup>26</sup>,**  
студент 4-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ УКРАЇНИ**

***Анотація.** Через глобальне потепління, постало питання зміни підходу до вирощування типових рослин для території України та впровадження у масове виробництво альтернативних культур. Вирощування сорго, як альтернативи кукурудзи дасть змогу наситити ринок новою продукцією переробки сорго, зменшити використання ґрунтової вологи та урізноманітнити сівозміну.*

***Ключові слова:** сорго, зміна клімату, адаптація культур, посухостійкість, урожайність, агротехніка.*

***Annotation.** In connection with global warming, the question arose about changing approaches to growing plants typical for the territory of Ukraine and introducing alternative crops into mass production. Cultivation of sorghum as an alternative to corn will make it possible to saturate the market with new sorghum processing products, reduce the use of soil moisture, and diversify crop rotation.*

---

<sup>26</sup>Науковий керівник: Шевченко Н.В., кандидат с.-г.наук, старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

**Keywords:** *sorghum, climate change, crop adaptation, drought resistance, productivity, agricultural technology.*

**Вступ.** На сьогодні великою проблемою людства стало глобальне потепління, яке в свою чергу потягнуло багато проблем, зокрема для сільського господарства. Сучасний фермер зіштовхнувся з проблемами у вирощуванні типових для його зони культур, через недостатню кількість опадів та спеку. Одним із можливих вирішень цієї проблеми є впровадження альтернативних культур. За допомогою них, виробник може підстрахуватися на випадок неврожаю основної культури, або повністю замінити альтернативною певну культуру. Якщо в Лісостеповій зоні та зоні Полісся можливо виростити високі врожаї кукурудзи, то в зоні Степу зараз та в майбутньому це буде зробити важко. Наприклад, чудовою альтернативою для кукурудзи може бути зернове сорго, оскільки має вищу посухостійкість і за вегетаційний період споживає на третину менше води ніж кукурудза.

Метою статті є ознайомлення читача з культурою сорго, народно-господарським значенням, біологічними і морфологічними особливостями, технологією вирощування, сучасним станом та перспективами розвитку.

**Виклад основного матеріалу.** Сорго – унікальна культура з універсальним призначенням. Зерно містить 61-68 % крохмалю, 7,8-16,7 % білка, 1,7-6,5 % жиру. За принципом використання сорго поділяють на: зернове, цукрове, трав'янисте та віничне [1].

Зернове сорго використовується у харчуванні людини у вигляді крупи та борошна для безглютенової випічки, має високі показники поживності, містить багато вуглеводів, помірно білків, мало жирів та високий вміст клітковини. Також зерно сорго може бути основним інгредієнтом комбікорму для птиці, свиней та ВРХ. Характеризується порівняно короткою, прямою, добре озерненою волоттю (до 35 см у довжину), короткими міжвузлями й низькою висотою стебла (від 85 до 150 см), малою кущистістю, має голе зерно, яке при обмолоті легко відділяється від колоскових плівок.

Цукрове сорго використовується для виробництва етилового спирту та меляси. Характеризується подовженими міжвузлями і високорослістю (до 2,5-3 м). Рослина добре кущиться, стебла відрізняються великою соковитістю і цукристістю (до 18-20%), зовні матово-зеленого кольору.

Трав'янисте сорго використовується на виробництво сіна, сінажу, силосу, зеленої маси та трав'янистого борошна. Має суттєву здатність до кущіння (до 12-17 стебел на одну рослину), володіє високим рівнем розгалуження стебел і порівняно великою облистяністю рослин, має високе (до 2-2,5 м) і тонке стебло з порівняно вузьким листям [2].

Сорго віничне різко відрізняється від попередніх груп та характеризується сухою білою серцевиною, відсутністю стержня, довгою (до 40-60 см) волоттю з тонкими й еластично-гнучкими гілками. Рослини низкорослі (до 160 см) та високі (до 2,8 м). Основна озерненість переважно по кінцях гілок, зерно плівчасте й важко вимолочується. Використовується як

технічна культура для отримання матів, мітел, віників, щітоктощо, а зерно – на фураж. З одного гектара такого сорго можна отримати 4-5 тис. віників [2].

Світовий вал виробництва зернового сорго за рік становить близько 60 млн. тон, займаючи площу 50 млн. га. Основними виробниками сорго (близько 50%) у світі є США (15%), Нігерія (12%), Ефіопія (9%), Мексика (9%) і Індія (8%) [1].

В Україні сорго вирощують переважно як кормову культуру на зерно і зелену масу на площі понад 85 тис. га. Основні площі посіву розміщені в південних посушливих областях: Миколаївській, Херсонській, Одеській, Дніпропетровській та ін. Середня врожайність становить 12,5-14,5 ц/га. У передових господарствах збирають по 45-50 ц/га зерна і 250-300 ц/га зеленої маси. За підрахунками фахівців, збільшення площ для вирощування сорго на насіння становило 59% в масштабах всієї Європи. Сьогодні наша країна вже піднялася на четверте місце серед найбільших експортерів сорго. Воно поставляється на ринки Італії, Ізраїлю та Іспанії. Разом з тим, експортний потенціал українського сорго ще далеко не вичерпаний, оскільки його поставками поки не охоплені основні країни-споживачі. Внутрішньоукраїнський ринок цієї культури тільки починає набирати обертів [2].

За походженням сорго – рослина тропічна, теплолюбна. Насіння його починає проростати при 10°C, однак оптимальна температура – 25-30°C. Надмірно високі температури пригнічують сорго, особливо в період від сходів до куціння, коли ще не сформувалася потужна коренева система. У другій половині вегетації високі температури воно переносить добре. У фазі викидання волоті температуру 40-45°C сорго переносить без негативних наслідків. Тому сорго і є жаро- й посухостійкою культурою. Сорго чутливе до знижених температур і заморозків, особливо в фазу цвітіння, коли настає загибель рослин, а сходи гинуть при мінус 2-3°C. Відношення сорго до низьких температур зумовлює строки його сівби. Сорго відноситься до пізніх ярих культур і висівається тоді, коли середньо добова температура ґрунту на глибині 10 см досягає 14-16°C. В умовах півдня України зазвичай такий строк термін відповідає першій половині травня. Сівба сорго в непрогрітий ґрунт (7-8°C) призводить до пліснявіння насіння, зрідження сходів, викликає масовий розвиток бур'янів, що ускладнює догляд за посівами, істотно підвищує собівартість продукції та знижує врожайність. Не вимогливе до ґрунтів, добре росте на ґрунтах важкого і легкого механічного складу. Переносить підвищену засоленість ґрунту [2].

Коренева система – мичкувата, добре розвинена, проникає в ґрунт до 2,5-3 метрів в глибину та 1-1,2 метри в боки. Добре утворює повітряні корені, як кукурудза.

Стебло сорго – виповнена нещільною серцевиною соломину, прямостояче, блідо-зелене, гладке, розгалужене або просте, висотою 0,5-4 м., залежно від сорту. Зазвичай товсте та міцне, що дає стійкість до вилягання. Стебло складається з окремих міжвузлів, кількість яких залежить від

вегетаційного періоду: ранньостиглі сорти мають найменшу кількість міжвузлів – 7-10, середньостиглі – 11-15 і пізньостиглі – 16-25.

Листки сорго схожі до листка кукурудзи, великі, з язичком, без вушок, довжиною 50-100 сантиметрів, ширина листової пластини від 1 до 10 см. Середня площа листової поверхні однієї рослини дорівнює 290 см<sup>2</sup> з коливаннями від 200 до 390 см<sup>2</sup>.

Квітки дрібні, розташовуються поодинокі або в пучках, зібрані у суцвіття. Суцвіття у сорго – волоть, що має велику кількість форм (циліндрична, овальна, округла, яйцеподібна, веретенувидна, пірамідальна та інші), вона буває різної щільності (пухка, розлога, стисла, комкова), різного забарвлення (біла, чорна, коричнева, помаранчева тощо) і величини (від 15 до 70 см).

Плоди сорго – кругла зернівка, розміром 2-5 мм., насіння має різне забарвлення: жовте, червоне і чорне, покрите оболонкою, яка захищає його від пошкодження. Маса 1000 насінин – 20-50 грам [2].

Вегетацію сорго можна розділити на 3 основні стадії тривалістю орієнтовно по 30-35 днів кожна:

Перша фаза – вегетативна –цестадія вегетативного росту, яка триває від сходів до початку формування на стеблі репродуктивних органів (кисть, зерна). Характеризується повільним ростом рослини, може пригнічуватися бур'янами, тому рослину необхідно берегти від негативних факторів. У цей період закладається кількість стебел та волоті на стеблі. При сприятливих умовах у цей період сорго гілкується, що дає змогу отримати більше волотей, тобто вищий урожай.

Друга фаза – репродуктивна – триває від появи волоті на стеблі і до періоду цвітіння. Цей період є критичним для рослини та дуже чутливим до наявності вологи. У цей період формується майбутній урожай, оскільки закладається кількість квіток на волоті.

Третя фаза – наливу зерна – триває від початку цвітіння до завершення накопичення сухої речовини в зерні. Не менш важлива фаза розвитку, оскільки рослина формує якісні показники зерна, такі як натура і маса 1000 насінин.

Сорго розміщують у сівозміні після озимих та ярих культур, зернобобових, гречки, картоплі, овочів, коренеплодів та післяякісних культур. Не знижує врожайність навіть при вирощуванні на одному полі протягом 4-5 років. Культура не вимоглива до ґрунтів, але найкращі результати показує при вирощуванні на піщаних і звичайних чорноземах. Також добре переносить засоленість ґрунту, навіть сприяє його розсолонню.

Підготовка ґрунту до посіву включає такі моменти:

1. Лушення або дискування попередника двічі для подрібнення пожнивних решток. Лушення проводять на глибину 6-8 см – перше, 8-10 см – друге. Дискування проводять після культур, що залишають багато пожнивних решток. Проводять на глибину 8-10 см. перше; 10-12 см. друге.

2. Зяблевий обробіток, який можна виконати плугами з передплужником або глибокорозпушувачем, залежно від зони зволоження.

3. Надалі проводять обробітки культиватором з боронами для контролю бур'янів за необхідності.

4. На весні при можливості виходу в поле закривають вологу з метою її збереження та вирівнювання поверхні. Виконують важкими боронами або шлейф-бороною.

5. Культивацію з боронуванням проводять при масовій появі бур'янів, щоб зберегти вологу, на глибину 4-5 см.

6. Передпосівну підготовку проводять безпосередньо перед посівом на глибину загортання насіння для створення оптимального насінневого ложе, глибина залежить від наявності вологи, зазвичай це 3-5 см.

Коли ґрунт підготовлений можна приступати до сівби. Сорго висівають у квітні-травні, коли температура ґрунту 12 градусів на глибині 10 см. оптимальне міжряддя для сорго є 70 см. Норма висіву залежить від зони зволоження (чим менше вологи тим менша густина стояння рослин і навпаки) та групи стиглості (ранньостиглі висівають густіше як пізньостиглі) і становить 150-200 тис. насінин на гектар з урахуванням страхового фонду. Після посіву поле прикочують кільчато-шпоровими котками.

Догляд за посівами включає боротьбу з бур'янами, підживлення, інсектицидний та фунгіцидний захист.

Боротьба з бур'янами включає гербіцидний захист та механічні обробітки.

Гербіцидний захист:

1. Внесення до сходового гербіциду. Це внесення дасть змогу культурній рослині без конкуренції розвиватися на початкових стадіях росту.

2. Внесення гербіциду в період 3-8 листків. Дасть змогу забрати небажану рослинність на посівах, оскільки сорго на початкових фазах росте повільно.

Гербіциди обираються залежно від видового складу бур'янів. Проте сорго не варто висівати на полях засмічених однодольними однорічними і багаторічними бур'янами.

Механічні обробки включають до сходове та після сходове боронування посівів і також міжрядні обробітки.

Сорго вимогливе до живлення, оскільки нарощує об'ємну вегетативну масу та утворює високий врожай зерна. На формування однієї тони зерна, залежно від кліматичних факторів і біологічних особливостей сортів, сорго витрачає: азоту 17-36 кг, фосфору 4,5-9,5, калію 18-26, кальцію 8-12 і магнію 7-9 кг. В середньому добрив під сорго вносять в кількості:  $N_{90-100}$ ;  $P_2O_{545-70}$ ;  $K_2O_{30}$  кг/га д.р. В рядки при посіві вносять  $N_{10}$  д.р./га,  $P_2O_{510-20}$  д.р./га, та  $N_{30}$  кг.д.р – підживлення. Ці норми коректують з урахуванням наявності поживних речовин у ґрунті. Фосфорні й калійні добрива вносять в основному підосновний обробіток, азотні – диференційовано: 50% – під культивацію або при посіві, а другу половину підживлення [3].

Фунгіцидний захист включає протруювання насіння фунгіцидним протруйником перед посівом та внесення фунгіцидів по вегетуючій рослині.

Насіння протруюють для запобігання розвитку таких хвороб як: кореневі гнилі та на початкових стадіях переноспороз та ризоктоніоз. Фунгіциди підбираються з кількома діючими речовинами та механізмами дії.

Інсектицидний захист включає обробку насінневого матеріалу інсектицидним протруйником для запобігання пошкодження в ґрунті дротяником. Посіви також можуть пошкоджуватися гусеницями лускокрилих, попелицями та кукурудзяним метеликом. При зберіганні може пошкоджуватися зерновою міллю, тоді потрібно проводити фумігацію приміщення і зернової маси.

Збирання врожаю проводять прямим комбайнуванням, коли вологість насіння становить 20% і менше. Не варто очікувати моменту, коли вологість буде низькою, тому що насіння сорго дуже гігроскопічне і найменші опади або навіть туман здатні підняти вологість на кілька одиниць. Зерно після збирання очищують від домішок та досушують до 14% вологості і закладають на зберігання.

**Висновок.** Отже, підсумуємо, що у зв'язку зі зміною кліматичних умов сорго можна розглядати як перспективну альтернативу кукурудзі. Також культуру можна вводити у зонах з достатньою кількістю вологи для урізноманітнення сівозміни. Незважаючи на ряд недоліків, таких як: не до кінця сформований ринок, відсутність чіткої технології вирощування, переваг все-таки більше. Серед переваг є розширення сівозміни, отримання більшого валу зерна при несприятливих умовах, ніж кукурудзи, збереження ґрунтової вологи для наступних культур. Тому сорго можна вважати чудовою культурою для вирощування в Україні.

### Список використаних джерел

1. Застосування і ринки сорго. URL:<https://nuseed.com/ua/sunflower/>(дата звернення: 05.09.2024).
2. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Рослинництво. Частина І: навчальний посібник. Вінниця : Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
3. Технологія вирощування сорго. Поради фахівців. URL:<https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/2525-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-sorho-porady-fakhivtsiv> (дата звернення: 05.09.2024).

**Яна ДОВГАЛЮК<sup>27</sup>,**  
студентка 2-го курсу,

---

<sup>27</sup>Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., кандидат с.-г.наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ



## ВМІСТ АЗОТУ В ЗЕМЛІ: РОДЮЧІСТЬ ЗЕМЕЛЬ ТА РОЛЬ В АГРОЕКОСИСТЕМ

***Анотація.** Дана стаття присвячується азоту, а саме його вмісту в землі і важливості. Азот є важливим макроелементом для рослин і необхідний для синтезу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот та інших молекул, важливих для росту і розвитку рослин, його баланс в ґрунті впливає на продуктивність сільського господарства та здоров'я екосистем. Вміст азоту в ґрунтах змінюється залежно від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту, попередній обробіток, рослинність та кліматичні умови. Ефективне управління азотом є ключовим для підтримання родючості ґрунту та стійкості агроекосистем. У цій статті описано різні джерела азоту в ґрунтах, механізми його перетворення та способи оптимізації використання азотних добрив для збалансування потреб сільськогосподарських культур та екологічної стійкості.*

***Anotation.** Abstract. This article is devoted to nitrogen, namely its content in the soil and its importance. Nitrogen is an essential macronutrient for plants and is required for the synthesis of amino acids, proteins, nucleic acids and other molecules important for plant growth and development. The nitrogen content of soils varies depending on many factors, including soil type, previous cultivation, vegetation and climatic conditions. Effective nitrogen management is key to maintaining soil fertility and the sustainability of agroecosystems. This article describes the different sources of nitrogen in soils, the mechanisms of its transformation, and how to optimize the use of nitrogen fertilizers to balance crop needs and environmental sustainability.*

***Вступ.** Вміст азоту в ґрунтах активно вивчається через його важливу роль у рості та розвитку рослин. Азот є важливим макроелементом, який бере участь у багатьох фізіологічних процесах, таких як фотосинтез і синтез амінокислот. Незважаючи на велику кількість азоту в атмосфері, він часто доступний у ґрунтах в обмеженій кількості, що робить управління азотом важливим аспектом сільськогосподарської практики.*

*Азот (N<sub>2</sub>) відіграє найважливішу роль у біохімічних процесах рослин як основний компонент амінокислот, білків, нуклеїнових кислот і хлорофілу.*

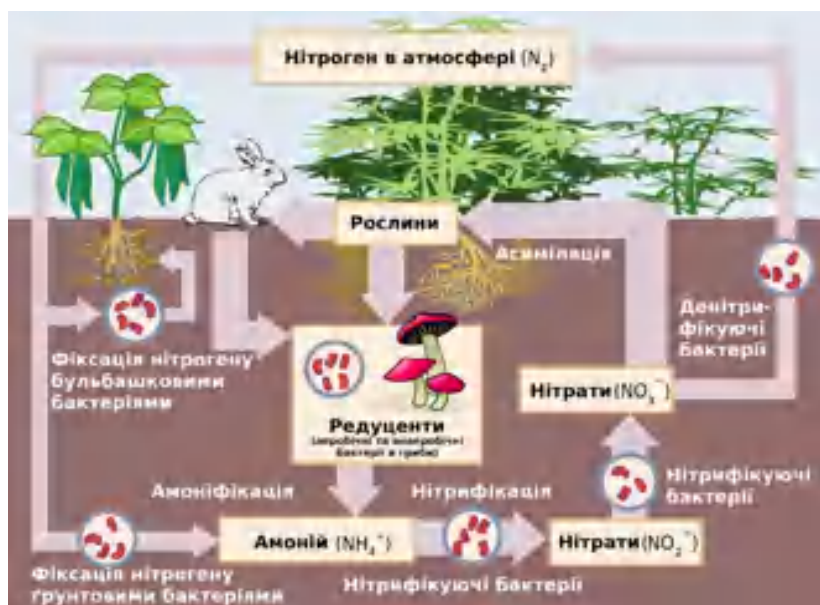
*Вміст азоту в ґрунтах змінюється залежно від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту, клімат, землекористування та методи ведення сільського господарства. Належне управління азотними добривами має вирішальне значення для підвищення продуктивності сільського господарства та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище [2].*

**Мета** дослідження лежить в основі вивчення вмісту азоту в землі та його важливості.

**Виклад основного матеріалу.** Азот, хімічний елемент з атомним номером 7 і символом  $N_2$ , входить до складу атмосфери Землі і є важливим компонентом у біологічних процесах живих організмів.

Він відіграє важливу роль у структурі амінокислот, які є будівельними блоками білків, і нуклеотидів, з яких складаються ДНК і РНК. Без азоту життя, яким ми його знаємо, було б неможливим. Незважаючи на велику кількість в атмосфері, азот не є безпосередньо доступним для більшості організмів і повинен пройти ряд біогеохімічних перетворень, перш ніж він стане доступним для рослин та інших організмів.

Є одним із найважливіших макроелементів, необхідних для росту і розвитку рослин. Вміст азоту в ґрунтах впливає на якість і кількість врожаю, здоров'я рослин та біорізноманіття екосистем. У цьому документі описано роль азоту в ґрунтах, його динаміку та способи управління вмістом азоту для оптимізації сільськогосподарської продуктивності та підтримання екосистемного балансу.



**Рис. 1. Азотний цикл**

Азот у ґрунті існує в органічній та неорганічній формах, які перетворюються одна в одну через процеси мінералізації та іммобілізації. Азот поглинається рослинами переважно у формі амонію ( $NH_4^+$ ) та нітратів ( $NO_3^-$ ). Ефективність використання азоту рослинами залежить від його форми, концентрації в ґрунтовому розчині та фізико-хімічних властивостей ґрунту[1]. Роль азоту в агроекосистемах. Азот відіграє критичну роль в агроекосистемах через свою фундаментальну участь у процесах росту та розвитку рослин. Ось основні аспекти ролі азоту в агроекосистемах:

- Синтез амінокислот та білків: Азот є найважливішим компонентом амінокислот, що є будівельними блоками білків. Білки необхідні для здорового росту та розвитку рослин, а азот є важливим компонентом для їхнього росту.

- Фотосинтез: Азот входить до складу молекули хлорофілу, який дозволяє рослинам перетворювати сонячне світло на хімічну енергію в процесі фотосинтезу. Це забезпечує енергію, необхідну для росту і розвитку рослин.

- Врожайність та якість врожаю: Адекватне азотне живлення підвищує врожайність і покращує якість сільськогосподарської продукції, включаючи кількість і якість зернових, овочів, фруктів та інших культур.

- Стійкість до шкідників і хвороб: Здорові, добре підживлені рослини, як правило, більш стійкі до шкідників і хвороб, що зменшує потребу в пестицидах.

- Вплив на біорізноманіття агроєкосистем: Азот впливає на склад рослинності та ґрунтових мікробних угруповань, що, у свою чергу, впливає на біорізноманіття агроєкосистем.

- Виклики та управління: Хоча азотні добрива є важливими, їх надмірне використання може мати негативний вплив на навколишнє середовище, наприклад, спричинити евтрофікацію водойм та викиди парникових газів. Тому раціональне управління азотним живленням є ключовим для підтримки продуктивності агроєкосистем і мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Вміст азоту в ґрунті та його регуляція. Азот є одним із найважливіших елементів, що впливають на родючість ґрунту та здоровий розвиток рослин. Цей елемент відіграє важливу роль у синтезі білків, основних будівельних блоків живих організмів. Азот доступний у ґрунті в різних формах, таких як амоній ( $\text{NH}_4^+$ ), нітрат ( $\text{NO}_3^-$ ) та органічні сполуки, і його кругообіг відіграє важливу роль у підтримці продуктивності сільськогосподарських культур.



*Рис. 2. Зміна кольору листя при нестачі азоту*

Важливість азоту для рослин. Азот має фундаментальне значення для розвитку рослин, оскільки він є необхідним компонентом хлорофілу, амінокислот, нуклеїнових кислот та інших важливих молекул, що

використовуються рослинами для фотосинтезу. Без достатньої кількості азоту рослини слабшають, повільно ростуть, а їхнє листя жовтіє.

Джерела азоту в ґрунті. Азот потрапляє в ґрунт з різних джерел, включаючи атмосферний азот, фіксований рослинами та мікроорганізмами, органічні речовини, такі як рослинні рештки та відходи тваринництва, а також штучні добрива, що містять азот у легкодоступних формах, таких як амоній та нітрати.

Цикл азоту в ґрунті. Кругообіг азоту - це складний процес, що включає кілька стадій, зокрема азотфіксацію, амоніфікацію, нітрифікацію та денітрифікацію:

- Процес азотфіксації відбувається, коли атмосферний азот ( $N_2$ ) перетворюється на амоній за допомогою мікроорганізмів і використання азотфіксуючих добрив.

- Процес амоніфікації - це процес, під час якого органічний азот перетворюється на амоній за допомогою мікроорганізмів.

- Процес нітрифікації передбачає мікробне перетворення амонію в нітрит і подальше перетворення нітриту в нітрат.

#### **Недостаток азоту в ґрунті: Ознаки та наслідки**

- Уповільнення зростання рослин: Азот є ключовим компонентом білків та хлорофілу. Його нестача призводить до зменшення фотосинтетичної активності та уповільнення росту рослин.

- Хлороз: Недостаток азоту часто проявляється у вигляді жовтіння листя, особливо старих листків, оскільки азот переміщується до нових тканин.

- Зниження врожайності та якості: Недостатня кількість азоту обмежує формування насіння та плодів, знижуючи врожайність і якість продукції.

- Управління дефіцитом азоту: Для корекції дефіциту азоту використовують органічні джерела (компост, гній) або штучні добрива. Важливо здійснювати розумне управління добривами на основі аналізу ґрунту та потреб культур, щоб уникнути надмірного збагачення.

#### **Надмірний рівень азоту в ґрунті: Ознаки та наслідки**

- Забруднення води: Надлишки нітратів можуть вимиватися з ґрунту та потрапляти до ґрунтових та поверхневих вод, що призводить до їх евтрофікації.

- Зменшення якості продукції: Надмірне накопичення азоту може вплинути на смак та якість овочів і фруктів.

- Утворення закису азоту ( $N_2O$ ): Цей потужний парниковий газ виникає внаслідок процесів денітрифікації, сприяючи зміні клімату.

#### **Оптимальне використання азотних добрив**

- Точне дозування: Внесення добрив у кількості, що точно відповідає потребам культур, базуючись на ґрунтових тестах і рекомендаціях агрономів.

- Використання інгібіторів нітрифікації: Застосування інгібіторів може сповільнити перетворення амонію в нітрати, зменшуючи їх вимивання з ґрунту.

Розумний таймінг і методи внесення: Внесення азотних добрив у періоди максимального попиту рослин і використання методів, які зменшують втрати азоту, наприклад, внесення добрив безпосередньо в ґрунт замість поверхневого розпилення.

### **Важливість ротації культур і баланс азоту.**

Ротація культур - це практика чергування різних видів рослин на одній і тій самій ділянці в різні сезони або роки. Цей метод має велике значення для збереження родючості ґрунту, управління азотним балансом та підтримки здорової агроєкосистеми. Ось основні аспекти важливості ротації культур та їхнього впливу на кількість азоту в ґрунті:

Збільшення доступності азоту:

- Бобові культури, такі як соя, боби, горох та люцерна, мають здатність фіксувати атмосферний азот за допомогою симбіозу з бактеріями роду *Rhizobium*, які живуть у їхніх кореневих гульках. Чергування бобових культур з небобовими (наприклад, зерновими) може збагачувати ґрунт азотом, роблячи його доступним для наступних культур. Це важливо для підвищення врожайності та зниження потреби в штучних азотних добривах.

Зменшення втрат азоту:

- Чергування культур з різними типами корневих систем покращує структуру ґрунту та його пористість, що сприяє кращій аерації та здатності ґрунту утримувати вологу. Це, своєю чергою, покращує доступність азоту для рослин і сприяє його ефективнішому використанню.

Зниження залежності від добрив:

- Завдяки збільшенню вмісту азоту в ґрунті та покращенню його структури через ротацію культур, можна знизити потребу у зовнішньому внесенні азотних добрив. Це не тільки зменшує витрати для фермерів, але й знижує ризик негативного впливу на довкілля через використання хімічних добрив.

**Висновок.** Під час проведення дослідження, я висвітлила широкий спектр аспектів, пов'язаних з роллю азоту в підтримці родючості ґрунту та здоров'я агроєкосистем. Азот відіграє важливу роль у живленні рослини є ключовим фактором, що впливає на ріст і розвиток рослинності. Водночас, управління азотом у ґрунтах є складним завданням і вимагає збалансованого підходу для запобігання негативному впливу на навколишнє середовище.

### **Список використаної літератури**

1. Назаренко Г.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. ґрунтознавство: підручник, 2004. 401с.
2. Назарова Т. О. Гумус, його склад і значення, Харків: ХНТУСГ, 2018. С. 256 с.
3. Ніл Кінсі та Чарльз Уолтерс, Практична агрономія: книга, Київ, 2019. 450 с.
4. Агрохімія і Ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник, Харків. 2018, 162 с.

**Ольга ДРОЗДОВСЬКА<sup>28</sup>,**  
студентка 2-го курсу,

---

<sup>28</sup>Науковий керівник: Поліщук М.І., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

## ПОНЯТТЯ ПРО ТЕХНОЛОГІЮ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** В даній статті ми розглянули найбільш використовувани нині технології для вирощування сільськогосподарських культур. Серед них є дуже знайомі нам, а є ті, про які ми можемо чути вперше. Однак вони всі дуже широко використовуються в аграрній сфері. Також ми вияснили для себе, які ж сучасні технології зараз найбільше використовують фермери та агрономи. Кожна з цих технологій має досить багато своїх переваг. А ще розглянули, які ж новітні машини вже існують, для того, щоб полегшити життя фермерам.*

***Annotation.** In this article, we considered the most currently used technologies for growing agricultural crops. Among them there are very familiar to us, and there are those that we can hear about for the first time. However, they are all very widely used in the agricultural sector. We also found out for ourselves which modern technologies are now most used by farmers and agronomists. Each of these technologies has quite a few advantages. And we also looked at the newest machines that already exist, in order to make life easier for farmers.*

***Вступ.** Нині багато господарств використовують сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур, що підвищує врожайність, поліпшує якість продукції та робить галузь рослинництва рентабельною. У сучасному аграрному секторі існує понад 20 версій назв технологій. Технологія вирощування – це система агротехнічних прийомів і матеріально-технічних засобів, що спрямовані на виробництво рослинницької продукції, одержання прибутку та відновлення родючості ґунту. Вона історично змінювалася разом із розвитком цивілізації, продуктивних сил, знань та науково-технічного прогресу. Розробка технологічної схеми (технології вирощування запрограмованого врожаю як основи технологічної карти, або технологічного проекту) вирощування культури передбачає визначення технологічних операцій (приймів) вирощування, складу агрегату, строків проведення робіт, агротехнічні вимоги та примітки.*

***Виклад основного матеріалу.** Останні десятиліття у світовій агрономії відбуваються кардинальні зміни у технологіях вирощування продукції рослинництва. Тому особливо важливо, для кожного товаровиробника рослинницької продукції належним чином оцінити сучасний стан і досвід минулих років у підборі технологічної схеми. За підрахунками деяких вчених, при впровадженні інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, енергетичного потенціалу ґунту – гумусу вистачить лише на 30 років.*

Тобто, на зміну енергетичним технологіям, повинні прийти принципово нові економічні прийоми землеробства [3].

**Сучасні технології** – це високопродуктивна та ресурсозаощадна лінійка машин придатних для якісного обробітку ґрунту на основі класичного, мінімального, або нульового обробітку ґрунту, що забезпечують формування насінневого ложа на точно задану глибину, розпушуючи при цьому верхній покривний шар ґрунту із сформованою системою капілярів; це сівалки точного висіву (Рис. 1), спроможні рівномірно висіяти конкретну норму висіву на задану глибину; це високопродуктивні обприскувачі (Рис. 2), що максимально швидко (в агрономічно доцільні строки) здатні захистити посіви; це збиральні комбайни (Рис. 3-4), що максимально швидко з найменшими втратами збирають вирощений врожай [4].



*Рис. 1. Сівалка точного висіву.*



*Рис. 2. Високопродуктивний обприскувач.*



*Рис. 3. Збиральний комбайн зерна.*



*Рис. 4. Збиральні комбайни картоплі.*

Дані технології загалом мають такі принципи:

1) екологізація технологій вирощування сільськогосподарських культур, диференціація їх відповідно до конкретних категорій агроландшафтів;

2) адаптування технологій, які стосуються різного рівня інтенсифікації агропромислового виробництва, виробничо-ресурсного потенціалу товаровиробника;

3) адаптування технологій, які стосуються багатокладності господарювання, різних форм організації праці (особистих, родинних, колективних, фермерських та ін.);

4) альтернативність, можливість вибору різних технологій, побудованих за принципом послідовного подолання природних факторів, що лімітують вирощування сільськогосподарських культур;

5) знання біологічних особливостей вирощуваних культур [5].

Є досить багато технологій вирощування сільськогосподарських культур: вирощування в теплицях, крапельне зрошення, гідропоніка, аеропоніка, сучасні теплиці, ГМО [6].

Використання теплиці має свої переваги:

◆ Рациональне використання простору: корінню не потрібно рости, як у ґрунті, тому що рослини почуваються цілком комфортно за постійної присутності поживного розчину, середовища та води. Рослинам не доводиться конкурувати, оптимально розрахована відстань дозволяє досягти бажаної ваги плодів;



- ◆ Управління живленням: можливість контролювати якість і кількість елементів, що досягають кореневої зони;
- ◆ Знижене використання води: наприклад, при вирощуванні салату в класичних умовах лише 25-30% води або поживного розчину захоплюється корінням, а решта дренується в ґрунт;
- ◆ Економія поживних речовин: замкнутий цикл, споживаючи певну кількість добрив, які засвоюються рослинами через коріння;
- ◆ Без шкідників: кротів, бур'янів, нематод;
- ◆ Можливість дослідження коренів.

*Крапельне зрошення* – це технологія, яка докорінно змінила сільське господарство, дозволивши вирощувати сільськогосподарські культури навіть у пустелі. Крапельне зрошення – це метод поливу, при якому вода і добрива постачаються безпосередньо до кореневої зони кожної рослини у потрібній кількості і в потрібний час. Спочатку крапельне зрошення набуло поширення в тепличному виробництві, а на сьогоднішній день – широко використовується і у відкритому ґрунті для вирощування овочів, фруктів, винограду та у ландшафтному дизайні.

#### **Ця технологія має досить багато переваг:**

- збереження структури ґрунту – хороша аерація, після поливу не утворюється ґрунтова кірка;
- поєднання поливу і підживлення рослин;
- підвищення врожайності та якості продукції – збільшення врожайності в плодкових насадженнях та виноградниках на 20-40%, овочевих культур – на 50-80%;
- більш раннє дозрівання продукції;
- можливість вирощувати культури на малопродуктивних типах ґрунтів (піщані або рекультивовані ґрунти)
- можливість застосування на ділянках різних розмірів і планувань;
- простота збору системи зрошення.

Гідропоніка – це мистецтво вирощування рослин у воді. Рослини можуть зростати у воді, але не за будь-яких умов. Вода має бути «живою». Необхідно знати, що у будь-якому середовищі вирощування, чи то ґрунт, вода чи повітря, рослини поглинають необхідні поживні речовини у вигляді іонів, розчинених у кисні. У воді рослинами поглинаються поживні речовини та кисень, які мають не застоюватись, а переміщатися. Це і є основним завданням гідропоніки – методу безпідставної культивування, який стимулює зростання рослин за допомогою регулювання кількості води, мінеральних солей і, що найбільш важливо, розчиненого кисню.

#### **Переваги гідропоніки:**

- Оптимальне використання генетичного потенціалу рослин;
- Поліпшене регулювання добрива рослин;
- Помітне підвищення зборів урожаю та якості;
- Значне скорочення інтервалу фаз росту та плодоношення у більшості видів;

- Більш ефективного використання простору;
- Відмінні показники успішного розмноження;
- Велике скорочення витрати добрив та води;
- Абсолютна відсутність гербіцидів.

Аeropоніка – це різновид гідропоніки, який забезпечує харчування рослин шляхом зрошення кореневої системи розчином з води та органо-мінеральних добавок. Головним принципом культивування стало те, що коренева система не занурюється в субстрат, як це робиться при органічному вирощуванні, і не міститься в поживному розчині, як це можна спостерігати в гідропоніці. Коренева маса ніби виявляється підвішеною в повітрі, де виробляється автоматизоване її зрошення. За допомогою сучасного обладнання забезпечується регулярне надходження поживного розчину [2].

Аeropоніка – це один із способів культивування, який дозволяє значно збільшити обсяг врожаю та допомагає розкрити індивідуальний потенціал сорту.

- Переваги цієї технології;
- Прискорення процесу вегетації;
- Бездоганне здоров'я рослини;
- Екологічність процесу культивування;
- Чистота та автоматизація процесу.

Для новітніх теплиць притаманна характерна висота від 4 до 6 м. По-перше, це частково пов'язано із висотою рослин. По-друге, чим більший об'єм приміщення, тим плавніше регулюватимуться зміни клімату. Як правило, теплиці від 7 м. використовують в країнах з більш теплим кліматом, наприклад Австралії, що допомагає захистити рослини від перегріву. Не менш важливими є вид культури, яку планують вирощувати. Так, якщо розглядати огірок, перець чи томат, варто враховувати, що ці овочі ростуть переважно на шпалері, а не на рівні ґрунту. Часто сучасні парники працюють з досвіткою із натрієвих ламп, які виділяють значну частину тепла. Аби уникнути опіків верхньої частини пагона, також важливо зберігати правильну відстань від верхівки листів до висоти розміщення світильника. Схожа ситуація відбувається і в холодну пору року, якщо є потреба у відкритті штор для сніготанення чи підігріву скла, оскільки скляна теплиця не несе високого снігового навантаження. Її конструкція створена таким чином, аби якомога більше природного світла потрапляло всередину. Також теплиці можуть бути, чи не бути, укомплектовані системою досвітки, в залежності від побажань власників та обраного циклу вирощування. Так, для цілорічного культивування необхідна система досвітки [1].

Зараз ефективного використання набирають сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур. До новітніх технологій насамперед відносять:

- ГІС технології в сільському господарстві та GPS сільське господарство;
- Супутникові знімки;

- Дрони та інші аерофотознімки;
- Інформаційні технології для сільського господарства та онлайн-дані;
- Об'єднання наборів даних.

Геоінформаційна система – сучасна комп'ютерна технологія, що дозволяє поєднати модельне зображення території (електронне відображення карт, схем, космо-, аерозображень земної поверхні) з інформацією табличного типу (різноманітні статистичні дані, списки, економічні показники тощо). Також, під геоінформаційною системою розуміють систему управління просторовими даними та асоційованими з ними атрибутами.

Супутникові знімки знаходять широке практичне застосування в різноманітних індустріях. Метод, який лежить в основі супутникових карт, дозволяє розпізнавати типи земного покриття, виявляти зміни та оцінювати стан посівів це – технологія дистанційного зондування.

З часом дистанційне зондування стало доступнішим і охоплює все більше галузей. Водночас зростає попит на цю технологію в аграрному секторі, оскільки, окрім інших переваг, використання дронів і супутників в управлінні фермами дозволяє значно підвищити продуктивність полів. Супутники можуть виконувати багато завдань моніторингу, включаючи збір метеорологічних даних і прогнозування погоди в полі, а також аналіз стану посівів. На відміну від супутників, дрони літають на малих висотах і можуть розрізняти окремі види шкідників і специфічні ознаки захворювань рослин. Завдяки високій деталізації зображення, зроблені дроном, дозволяють легко створювати інтерактивні 3D-карти та моделі.

Прогнозування врожайності за допомогою супутникових даних і моніторингу полів майже в реальному часі для виявлення різноманітних загроз ніколи не було таким простим, як використання інноваційних технологій у сільському господарстві.

Датчики здатні давати зображення в різних спектрах, що дозволяє застосовувати численні спектральні індекси, такі як Нормалізований диференційований вегетаційний індекс (NDVI). NDVI дозволяє визначити вміст рослинності, кількість зів'ялих рослин та загальний стан здоров'я рослин. Далі йде Індекс вмісту хлорофілу в покривах (CCCI), який допомагає при внесенні поживних речовин у сільському господарстві. Потім Нормалізований індекс RedEdge (NDRE) визначає вміст азоту. І нарешті, Модифікований ґрунтово-корегований вегетаційний індекс (MSAVI), призначений для мінімізації впливу ґрунтового фону на самих ранніх стадіях розвитку рослин.

За допомогою сучасних інноваційних технологій в сільському господарстві, таких як дрони – фермери мають можливість з високою точністю визначати біомасу врожаю, висоту рослин, наявність бур'янів та насиченість водою на певних ділянках поля. Вони надають більш якісні і точні дані з вищою роздільною здатністю в порівнянні з супутниками. Коли вони працюють на місцях у сільському господарстві, то надають цінну інформацію навіть швидше, ніж розвідники. Дрони також вважаються неперевершеними

помічниками у боротьбі з комахами; навала попереджається шляхом застосуванням інсектициду на небезпечних зонах за допомогою безпілотних технологій, при цьому зменшується ймовірність прямого впливу, що призводить до отруєння хімічними речовинами.

**Висновки.** Отже ми вияснили, які саме технології вирощування сільськогосподарських наук існують. Також дізналися, що зараз все частіше починають використовувати сучасні технології, а саме: дрони та інші аерофотознімки, ГІС технології в сільському господарстві, GPS сільське господарство, супутникові знімки, онлайн дані та ін. Звичайно ми не забули за традиційні технології, які зараз використовують. І сюди відносимо: крапельне зрошення, аеропоніка, гідропоніка, ГМО, вирощування в теплицях та ін. Деякі з них можуть здатись новими, однак вони вже широко використовуються в аграрній сфері. Також ці технології мають дуже багато плюсів та переваг.

### **Список використаної літератури.**

1. Слепцов Ю. В., Федосій І. О. Органічне овочівництво : в 2 ч. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2016-2017.
2. Перспективи аеропоніки в Україні: як вирощувати врожай в повітрі [Електронний ресурс] /Режим доступу: <http://agro-yug.com.ua/archives/20864>.
3. Овчарук О.В., Овчарук В.І., Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Мостіпан, М.І., Кулик Г.А. Методи аналізу в агрономії та агроекології: навчальний посібник за ред. професора В.І. Овчарука. Кам'янець-Подільський, Харків: Мачулин, 2019. 364 с.
4. Залізко В.Д. Впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій як перспективний напрям сільського розвитку і запорука зміцнення економічної безпеки сільських територій: стан, проблеми і шляхи їх вирішення. Актуальні проблеми економіки. 2013. № 10. С. 214–221.
5. Гранат О.В. Організаційно-економічні аспекти впровадження підприємствами аграрного сектора інновацій на базі комунікаційних систем. Агросвіт. 2012. № 11. С. 46–49.
6. Білінська В. Сучасні інноваційні технології в сільському господарстві: основна характеристика та перспективи впровадження. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка*. Сер. : Економіка. 2015. Вип. 7 (172). С. 74–80.

Андрій ЗАДНІПРЯК<sup>29</sup>,  
студентка 2-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО В СУЧАСНИХ УМОВАХ

**Анотація.** Точне землеробство – це інноваційний підхід до управління аграрним виробництвом, що використовує сучасні технології для оптимізації процесів і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Ця стаття розглядає ключові технології точного землеробства, їх економічні, екологічні та соціальні переваги, а також бар'єри, що стримують його широке впровадження. Досліджено перспективи застосування точного землеробства у контексті сучасних викликів, таких як зміна клімату, зростання населення та зменшення природних ресурсів.

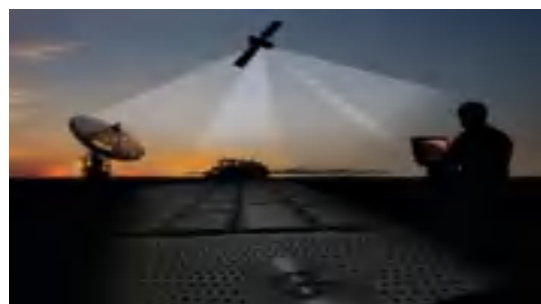
**Ключові слова:** точне землеробство, сучасні технології, GPS-навігація та автопілоти.

**Annotation.** Precision agriculture is an innovative approach to agricultural production management that uses modern technologies to optimize processes and reduce the negative impact on the environment. This article examines the key technologies of precision agriculture, their economic, environmental and social benefits, as well as the barriers to its widespread adoption. Prospects for the application of precision agriculture in the context of modern challenges, such as climate change, population growth and depletion of natural resources, have been studied.

**Keywords:** precision farming, modern technologies, GPS navigation and autopilots.

**Вступ.** Точне землеробство стало відповіддю на глобальні виклики, з якими стикається сільське господарство [1, 7]. Це підхід, що базується на використанні сучасних технологій, таких як GPS-навігація, безпілотні літальні апарати, аналіз великих даних та супутниковий моніторинг. Ці технології дозволяють фермерам ефективніше управляти посівами, знижувати витрати та підвищувати продуктивність [2, 6].

**Виклад основного матеріалу.** Мета цього дослідження - оцінити, наскільки точне землеробство може покращити аграрне виробництво, сприяти сталому розвитку та виявити основні проблеми, що виникають під час його впровадження.



<sup>29</sup> Науковий керівник: Колісник О.М., доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Завдання дослідження включають:

1. Аналіз технологій, які застосовуються у точному землеробстві.
2. Оцінка економічних, екологічних та соціальних переваг впровадження точного землеробства.
3. Визначення бар'єрів на шляху його впровадження.
4. Надання рекомендацій щодо подолання викликів і проблем впровадження.



*Рис. 1. Основний корпус*

Ключові технології точного землеробства. Точне землеробство поєднує в собі низку інноваційних технологій, що дозволяють більш ефективно використовувати ресурси та оптимізувати процеси вирощування сільськогосподарських культур:

GPS-навігація та автопілоти.

Системи GPS не тільки забезпечують точність, але і допомагають зменшити людський фактор, що знижує ймовірність помилок при управлінні технікою. Включення автоматизованих автопілотних систем у трактори та комбайни дозволяє досягати високої точності при виконанні агрономічних операцій [3]. Це значно знижує витрати на пально-мастильні матеріали і підвищує ефективність обробки полів. Розглянемо також конкретні приклади застосування, такі як технології Trimble та John Deere, що реалізують автопілотування у сільському господарстві.



*Рис. 2. Дрони та супутникові знімки [4].*

Дрони забезпечують можливість збору детальної інформації про стан посівів на рівні окремих рослин. Вони дозволяють проводити аерофотозйомку для моніторингу здоров'я рослин, виявлення шкідників і захворювань, а також оцінки потреб у воді та добривах. Супутникові знімки, з іншого боку, допомагають у масштабному моніторингу і забезпечують дані про зміни на території за тривалий період. Включення програмного забезпечення для обробки цих знімків, такого як Sentinel або Landsat, дозволяє створювати карти врожайності, аналізувати стани ґрунтів і планувати агрономічні заходи.

Інтернет речей (IoT) і датчики. Технологія IoT у поєднанні з використанням датчиків стає основою сучасного точного землеробства. Датчики, що вимірюють такі показники, як вологість ґрунту, температуру, рівень кислотності та вміст поживних речовин, дозволяють фермерам отримувати оперативну інформацію про стан полів. Ці дані використовуються для прийняття рішень щодо іригації, внесення добрив і засобів захисту рослин. Прикладом такої системи може бути Climate FieldView, яка забезпечує збір та обробку даних з полів у режимі реального часу [5].

Аналіз великих даних. Аналіз великих даних дозволяє обробляти величезні обсяги інформації для передбачення врожайності, виявлення ризиків і оптимізації витрат. Включення технологій машинного навчання та штучного інтелекту для створення моделей прогнозування та рекомендацій стане важливим аспектом. Обговоримо конкретні приклади програмного забезпечення, таке як Agribile або IBM Watson Decision Platform for Agriculture, і як вони застосовуються для створення передових аналітичних інструментів для фермерів.

Економічні, екологічні та соціальні вигоди. Екологічні переваги. Зменшення впливу на навколишнє середовище можна ілюструвати через приклади успішних ініціатив у різних країнах. Розглянемо, як точне землеробство допомогло зменшити викиди парникових газів, покращити якість води та зберегти біорізноманіття. Обговоримо роль точного землеробства в управлінні водними ресурсами і приклади з конкретних країн, які реалізували ці ініціативи.

Економічні вигоди. Економічні переваги. Точне землеробство сприяє підвищенню рентабельності аграрних господарств шляхом зниження витрат на ресурси та підвищення врожайності. Використання точних даних для управління процесами дозволяє скоротити використання насіння, добрив, води та пального. За оцінками, точне управління полями дозволяє збільшити врожайність на 10-15%, а витрати на ресурси скоротити на 20-30%.

Екологічні переваги. Впровадження точного землеробства дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Завдяки точнішому дозуванню добрив та пестицидів, а також оптимізованій іригації, фермери можуть зменшити забруднення води та ґрунтів, а також зберегти біорізноманіття. Крім того, використання сучасних технологій допомагає зменшити викиди парникових газів, що сприяє боротьбі зі зміною клімату.

Соціальні аспекти. Точне землеробство має важливе соціальне значення, оскільки сприяє створенню нових робочих місць у сільському господарстві, особливо у сферах технічного обслуговування та аналізу даних. Впровадження інновацій сприяє підвищенню кваліфікації робітників і розвитку нових компетенцій у галузі. Крім того, підвищення продуктивності сільського господарства може мати позитивний вплив на продовольчу безпеку, забезпечуючи стабільні поставки.

Проблеми впровадження точного землеробства. Хоча точне землеробство має багато переваг, його впровадження стикається з низкою проблем, зокрема:

Високі витрати. Впровадження новітніх технологій потребує значних капіталовкладень, які не всі фермери можуть собі дозволити, особливо малі господарства.

Брак освіти та кваліфікованого персоналу. Робота з новими технологіями вимагає відповідних знань і навичок, яких часто не вистачає в аграрному секторі.

Недостатньо розвинена інфраструктура. У деяких регіонах, особливо віддалених, відсутня належна інфраструктура, яка б дозволяла ефективно використовувати новітні технології.

Перспективи розвитку точного землеробства. В умовах глобальної конкуренції та зростання вимог до екологічної чистоти продукції точне землеробство може стати стандартом у сільськогосподарському виробництві. Перспективи його розвитку включають:

Зниження вартості технологій. З розвитком інновацій і зростанням кількості користувачів ціни на обладнання будуть поступово знижуватись.

Ширше використання штучного інтелекту та автоматизації. Новітні розробки у сфері штучного інтелекту дозволяють створювати системи для автоматичного моніторингу та управління фермерськими господарствами.

Підтримка держави. Державні програми та міжнародні гранти можуть відігравати важливу роль у розвитку інфраструктури та навчанні фермерів для ширшого впровадження точного землеробства.

**Висновки.** Точне землеробство є перспективним напрямом розвитку сільського господарства, який дозволяє підвищити продуктивність і забезпечити сталий розвиток аграрного сектора. Використання сучасних технологій допомагає знижувати витрати на ресурси та мінімізувати негативний вплив на довкілля. Однак для широкого впровадження необхідно вирішити проблеми, пов'язані з високими витратами, недостатньою підготовкою персоналу та відсутністю інфраструктури.

Загалом, точне землеробство може стати ключовим інструментом для забезпечення продовольчої безпеки та раціонального використання природних ресурсів у майбутньому.

### Список використаної літератури

1. «Прецизійне землеробство: огляд поточних практик і викликів» – Журнал сільськогосподарської інженерії, 2023.



2. «Економічний і екологічний вплив точного землеробства» – Міжнародний журнал агрономії, 2022 р.

3. «Проблеми впровадження технологій точного землеробства» – Аграрні системи, 2021.

4. МакБратні, А., Вілан, Б., Анцев, Т., і Боума, Дж. (2005). «Майбутні напрямки точного землеробства». Точне землеробство, 6 (1), 7-23.

5. Чжан Н., Ван М. і Ван Н. (2002). «Точне землеробство - огляд у всьому світі». Комп'ютери та електроніка в сільському господарстві, 36(2-3), 113-132.

6. Гебберс Р., Адамчук В. І. (2010). «Точне землеробство та продовольча безпека». Наука, 327 (5967), 828-831.

7. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Залежність системи удобрення та продуктивності ячменю ярого. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2012. Вип. 6 (68). С. 35-43.

Дар'я ЗОЦ<sup>30</sup>,  
студентка 2 курсу,  
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин  
ННІ агротехнологій та природокористування,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХВОРОБ СОЇ

***Анотація.** Технологія вирощування сої на сучасному етапі є об'єктом інтенсивного дослідження та застосування в сільському господарстві. Ця культура відома своїм високим вмістом білка та інших корисних речовин, що робить її цінною культурною рослиною для харчування. Дослідження в області технології вирощування сої спрямовані на вдосконалення методів вирощування, вибір оптимальних сортів та гібридів, а також на впровадження інноваційних практик у виробництво. Успішне впровадження технології вирощування сої сприятиме підвищенню врожайності та якості продукції, забезпечуючи стабільний розвиток аграрного сектору та задоволення потреб споживачів.*

***Annotation.** Soybean cultivation technology at the current stage is the object of intensive research and application in agriculture. This culture is known for its high content of protein and other useful substances, which makes it a valuable cultural plant for food. Research in the field of soybean cultivation technology is aimed at improving cultivation methods, selecting optimal varieties and hybrids, as well as introducing innovative practices in production. The successful implementation of soybean cultivation technology will contribute to the increase of yield and product*

---

<sup>30</sup>Науковий керівник: Шкатула Ю.М., канд. с.-г. наук доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

*quality, ensuring the stable development of the agricultural sector and meeting the needs of consumers.*

**Вступ.** Урожайність сої залежить від повністю сформованих бобів, а ця кількість, у свою чергу, залежить від тривалості світлового дня та кількості вологи у період формування бобів. За дефіциту вологи багато бобів абортуються, тож про очікуваний урожай вже не йтиметься [1].

Соя – це дуже особлива культура, яка вимагає особливого підходу у вирощуванні. Наприклад, соняшник або кукурудза – там все стандартно: посівав, добрива вніс, спрацював засобами захисту і чекаєш на збір урожаю. А за соєю необхідно стежити майже щодня [1].

Існує понад 145 вірусів з 27 груп і 31 класифікований вірус, які здатні інфікувати сою в природних умовах. Серед цих вірусів, що спричиняють різноманітні захворювання, зокрема, віруси мозаїки та плямистості бобів квасолі викликають пошкодження у вигляді плям на насінні сої [2].

Для успішного проростання насіння сої потрібно поглинути 150-180% вологи від своєї маси. На легких ґрунтах, де пори більш проникливі для повітря, волога швидше випаровується.

Рекомендується сіяти на глибину трохи більше, ніж глибина, на яку може проникнути волога, щоб забезпечити достатню вологу для розвитку кореневої системи.

Наприклад, на легких, піщаних ґрунтах глибина посіву сої може бути збільшена до 4-5 см. Це дозволяє проростковим рослинам легше пробиватися на поверхню завдяки легкій структурі ґрунту [2].

**Виклад основного матеріалу.** Головні фактори, які слід враховувати при введенні сої у сівозміну або збільшенні площі під нею, включають:

1. Кліматичні умови: Оцінка температурного режиму, вологості та опадів у регіоні, де планується вирощування сої.

2. Ґрунтові властивості: Аналіз структури ґрунту, його рН, рівня плодородності та дренажу для визначення придатності для вирощування сої.

3. Господарські показники: Оцінка економічної вигідності вирощування сої, включаючи витрати на насіння, добрива, захист рослин, працездатність тощо.

4. Маркетингові можливості: Аналіз попиту на сою на ринку та можливостей її реалізації, у тому числі угод з покупцями та цінова політика.

5. Агротехнічні особливості: Врахування оптимальної глибини посіву, вибір сортів, оптимальний термін сівби, заходи захисту від хвороб та шкідників.

6. Сівозміна: Планування раціональної сівозміни для запобігання виникненню хвороб та підвищення врожайності.

7. Екологічні аспекти: Врахування впливу вирощування сої на навколишнє середовище, включаючи використання пестицидів та водних ресурсів [6].

Необхідно ставитися до вибору сортів сої так само відповідально, як до вибору гібридів кукурудзи. Якщо ви оберете лише один або два сорти, не враховуючи особливостей ведення господарства та природних умов вашого регіону, ймовірно, отримаєте менший врожай.

При виборі сорту сої, важливо враховувати термін дозрівання, оскільки посів різних сортів з різними термінами дозрівання може допомогти зменшити ризики втрати врожаю через неблагоприятні погодні умови. Зазвичай більш пізні сорти мають кращі показники врожайності. Проте, визначити, наскільки сорт є пізньостиглим за інформацією насіннєвих компаній може бути складно, оскільки цей параметр може змінюватися в залежності від умов середовища, в якому вирощується [2].

Врожайність сої залежить від кількості утворених та повністю сформованих бобів, яка у свою чергу, залежить від тривалості світлового дня та кількості вологи у період формування бобів. За дефіциту вологи багато бобів абортуються, тож про очікуваний урожай вже не йтиметься.

Сучасне сільське господарство широко використовує мінеральні азотні добрива для отримання високих врожаїв. Проте надмірна кількість мінеральних форм азоту в ґрунті може нести загрозу для природи через вимивання його до підземних вод і потрапляння до атмосфери.

Соя поглинає азот із трьох альтернативних джерел: біологічна фіксація азоту, з ґрунту та добрив. Відносна частка кожного з цих джерел залежить від умов навколишнього середовища, агротехнології та генетичних факторів. Найбільший відсоток азоту, який поглинає соя – атмосферний [7].

І ще одним важливим чинником у виборі сорту сої є його стійкість до хвороб.

Під час вегетації сої найпоширенішими та небезпечними грибовими хворобами є: Фузаріоз, Аскохітоз, Несправжня борошниста роса, Біла гниль, Іржа, Септоріоз, Церкоспороз.

Фузаріоз на сої проявляється у вигляді кореневих гнилей, трахеомікозного в'янення та гниття бобів. Джерелами інфекції є заражений ґрунт, насіння та заражені грибок залишки рослин.

Фузаріоз сої у формі кореневих гнилей зазвичай спостерігається в теплу та вологу погоду. Активне розмноження та поширення грибка відбувається при температурі +20-30 °C і вологості ґрунту навколо 70%. Найбільша активність хвороби спостерігається під час бутонізації та формування бобів [3].

На сходках проростки нерівно потовщуються і деформуються, а на сім'ядолях з'являються глибокі бурі виразки з рожевим нальотом і такого ж кольору подушечки. Уражені рослини, як правило, випадають. Нерідко уражене насіння не дає сходів і на ньому з'являється білувато-рожевий наліт.

Для того щоб зберегти врожай треба дотримуватись сівозміни, оптимального строку сівби, своєчасного збирання та сушіння зерна, протруювання насіння, обробки рослин у період вегетації, використання стійких сортів [4].



*Рис. 1. Фузаріоз*

Аскохітоз виявляється на всіх частинах рослини, від моменту появи сходів до часу збору врожаю. Найсильніше вона впливає на сою під час цвітіння-плодоутворення та на початку дозрівання. Серед симптомів ураження - темно-коричневі вдавнені плями на сім'ядолях з концентричною зональністю або наскрізні виразки. На листках формуються округлі плями до 1 см у діаметрі, світло-коричневі або сірувато-білясті, з чорними крапками – пікнідами, розміщеними у концентричних колах. На стеблах можуть з'являтися продовгуваті ділянки сіруватого кольору з пікнідами, особливо багато їх у місцях прикріплення бічних пагонів та листя. У разі сильного ураження стулки бобів стають білуватими з численними пікнідами на поверхні, що може призвести до неповноцінного утворення насіння або його загнивання [5].

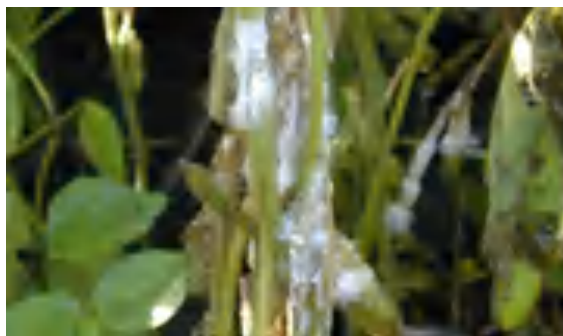
Пероноспороз, відомий як несправжня борошниста роса, проявляється в умовах помірних температур і високої вологості повітря. Для розповсюдження конідій грибків потрібна крапельна волога, тому захворювання часто виникає після періоду з подовженими дощами або різких змін температури, що супроводжуються рясною росою. Максимальна активність росту грибкової інфекції спостерігається при температурах від +16 °С до +22 °С. Джерелами інфекції є заражене насіння та залишки рослин [3].



*Рис. 2. Пероноспороз*

Біла гниль. Ця хвороба проявляється при відносно невисоких температурах, до +27 °С, особливо під час дощової погоди та високої вологості ґрунту. Її поширення спостерігається, коли є густа і щільна вегетативна маса під час цвітіння. Симптоми включають передчасне старіння окремих гілок або всієї рослини, утворення білого нальоту біля основи гілок у вигляді щільної

плівки або пухких скупчень грибниці. Заражені органи рослини втрачають міцність, знебарвлюються, загнивають і руйнуються [3].



*Рис. 3. Біла гниль*

Іржа – це грибкові захворювання, які можуть розвиватися в широкому діапазоні температур, від +2 °С до +35 °С, залежно від виду патогенна та регіону вирощування. Усі види грибків іржі мають кілька циклів спороношення. Для проростання спор потрібна крапельна волога, тому іржа найчастіше проявляється в теплі та дощові періоди [3].



*Рис. 4. Іржа*

До визначення оптимальної глибини висіву впливають такі фактори: Структура ґрунту. Чим більша щільність та вологість ґрунту, тим складніше для насіння сої пройти через нього, щоб сформувати сім'ядолі. Таким чином, на важких ґрунтах рекомендується зменшити глибину посіву сої до 3-4 см. Ці ґрунти, завдяки своїй щільності, мають багато капілярів і зберігають вологу в посівному горизонті протягом тривалого періоду.

Волога та капілярність впливають на проростання насіння сої, яке здатне поглинати від 150 до 180% вологи від своєї маси. Наявність вологи є обов'язковою умовою для формування рівних та якісних сходів. На легких ґрунтах пори більш повітряні, що призводить до швидшої втрати вологи. Рекомендується сіяти трошки глибше за горизонт вологи, щоб забезпечити належний розвиток кореневої системи, запобігти втраті вологи до цього моменту. На легких, піщаних ґрунтах можна збільшити глибину посіву сої до 4-5 см, що дозволяє псевдолисточкам легше прорости на поверхню завдяки їхній легкій структурі.

Грунтовий гербіцид. Дощі можуть промивати ґрунтовий гербіцид на глибину 3-4 см. Щоб уникнути контакту гербіциду з насінням сої, рекомендується засів проводити на глибині не менше 4 см. З тієї ж причини потрібно слідкувати за якісним закриттям борозни при сівбі.

При наявності доступної вологи неглибокі посіви проявляються у всій своїй ефективності. У верхніх 5 см ґрунт розігрівається швидше, що сприяє швидшому проростанню сої. Більша енергія насіння спрямовується на формування надземної частини, що сприяє легкому переходу до автотрофного життя. Розвиток рослин активізується на ранніх стадіях, що призводить до швидкого закриття міжрядь і зменшення втрат ґрунтової вологи [2].

**Висновок.** Вирощування сої є складним і багатоплановим процесом, який потребує уважного вивчення умов вирощування, врахування різних факторів впливу та використання сучасних технологій. Наявність вологи, тип ґрунту, глибина посіву, застосування гербіцидів та інших агротехнічних прийомів мають велике значення для досягнення високих врожаїв та забезпечення ефективного вирощування сої.

Хвороби сої представляють серйозну загрозу для врожаю та стабільності виробництва цієї культури. Виявлення, ідентифікація та контроль хвороб є ключовими аспектами для забезпечення стійкості вирощування сої та підвищення врожайності. Використання високоякісного насіння, застосування відповідних методів обробки та захисту рослин, а також вчасна діагностика та лікування хвороб допомагають зменшити втрати врожаю та забезпечити стабільне виробництво сої.

### Список використаних джерел

1. Технологія вирощування сої на прикладі господарств різних регіонів. URL: <https://superagronom.com/articles/447-tehnologiya-viroshuvannya-soyi-na-prikladi-gospodarstv-riznih-regioniv> (Дата звернення 28.08.2024)
2. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. URL: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroshuvannya-soyi-osnovni-aspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv> (Дата звернення 28.08.2024)
3. Фузаріоз сої. URL: <https://superagronom.com/hvorobi-grib/fuzarioz-soyi-id16476> (Дата звернення 29.08.2024)
4. Аскохітоз (соя). URL: <https://superagronom.com/hvorobi-grib/askohitoz-soya-id1635> (Дата звернення 30.08.2024)
5. Соя: всі аспекти вирощування – дайджест матеріалів. URL: <https://superagronom.com/articles/639-soya-vsi-aspekti-viroshuvannya-daydjest-materialiv> (Дата звернення 02.09.2024)
6. Скільки азоту поглинає соя? Вплив густоти посіву. URL: <https://superagronom.com/articles/597-skilki-azotu-poglinaye-soya-vpliv-gustoti-posivu> (Дата звернення 01.09.2024)

**Артур ІВАНЦОВ<sup>31</sup>,**  
студент 31-А групи,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ФІЗИЧНА СПІЛІСТЬ ҐРУНТУ. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ СПІЛОСТІ ҐРУНТУ**

***Анотація.** Дія людини на ґрунт настільки значна, що ми не можемо не вивчати його будову, структуру, тип тощо. Звичайно процес ґрунтоутворення під дією природних факторів ми також не можемо не приймати до уваги. Тому для того щоб використовувати ґрунт для якісного та високо-урожайного вирощування сільськогосподарських продукції ми маємо визначити фізичну спілість ґрунту. Для цього потрібно розглянути та вивчити методи її визначення[6].*

***Annotation.** The impact of human activity on soil is so significant that we cannot ignore studying its composition, structure, type, and other characteristics. Naturally, the process of soil formation under the influence of natural factors must also be taken into account. Therefore, to use the soil effectively for high-quality and high-yield agricultural production, it is essential to determine the physical maturity of the soil. To achieve this, we need to explore and study the methods for its determination.*

**Вступ.** Україна славиться унікальними чорноземами, які є еталоном серед ґрунтів завдяки своїм фізико-хімічним властивостям і високій родючості.

Чорноземи привернули увагу дослідників, зокрема В. В. Докучаєва, який назвав їх «царем ґрунтів» і «чорноземним діамантом». Зразок українського чорнозему зберігається в Міжнародному музеї ґрунтів у Парижі.

Чорноземи є прикладом фізичної спілісті ґрунту, що вказує на необхідність покращення фізичних властивостей ґрунту для досягнення оптимального стану. Фізичні властивості ґрунту впливають на його водний, повітряний і тепловий режими, що є ключовими для родючості і продуктивності сільськогосподарських культур. Тому важливо розглядати фізичну спілість та методи її визначення [1].

**Виклад основного матеріалу.** Фізична спілість ґрунту є одним із ключових технологічних показників, що визначають його готовність до обробітку. Спілий ґрунт легко розпушується, мінімально прилипає до інструментів та формує стійкі агрегати, що забезпечують оптимальну аерацію. Вона залежить від вологості та фізичних властивостей ґрунту. Раніше спілість визначали візуально: стискали ґрунт у руці та кидали його з висоти. Ґрунт мав

---

<sup>31</sup>Науковий керівник: Пелех Л.В., кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

розкришитися, але не розпадеться в пил. Сьогодні застосовуються сучасні прилади для точного вимірювання, що сприяє отриманню високих урожаїв [1, 2].

На сьогодні фізичну спільність ґрунту визначають застосуванням всебічного аналізу із використанням різноманітних методів дослідження. Результати доведення ґрунту до спільності – це його фізичний стан, при якому подрібнений ґрунт ґрунтообробними знаряддями являє собою окремі частини й агрегати розміром 0,5-10 мм. Без брил (агрегати понад 5 см) і пилу (агрегати дрібніші за 0,25 мм).

У такому стані ґрунт відзначається найменшим питомим опором під час обробітку, а в обробленому шарі створюється найбільш сприятливе співвідношення між твердою фазою, водою і повітрям. Фізична спільність досягається при оптимальній вологості, що дозволяє проводити якісний обробіток з мінімальними витратами. Вологість можна візуально оцінити під час оранки: суцільна блискуча склиста поверхня вказує на вологість вище 70%, великі брили – менше 60%. Оптимальна вологість для обробітку чорноземів становить 60-70%, для не солонцюватих ґрунтів – 50-80%, солонців і солончаків – 50-60% [6].

А як же вимірюють вологість ґрунту за допомогою обладнання?

Вологість ґрунту є критичним параметром, що впливає на водопроникність, доступність поживних речовин і загальний стан агроєкосистеми. Вимірювання вологості може здійснюватися від простих візуальних оцінок до використання складного обладнання, як-от гравіметричні та електромагнітні прилади. Цей показник формується під впливом кліматичних умов, опадів, температури повітря та типу ґрунту. Визначення вологості ґрунту дозволяє оптимально підібрати методи зрошення та внесення добрив. Піщаний ґрунт вбирає багато води, але швидко висихає, глинистий – утримує воду, але має погану водопроникність. Суглинковий ґрунт легко обробляється, добре зберігає воду та поживні речовини, що робить його найкращим для вирощування сільськогосподарських культур.

Вологість ґрунту можна перевірити багатьма методами: без приладів, за допомогою приладів та надавши зразки ґрунту до лабораторії. Вони ще поділяються на прямі, непрямі та дистанційні. В свою чергу вони поділяються:

**1. Гравіметричний** – суть полягає в зважуванні зразка землі до та після висушування при температурі 105°C у спеціальних шафах термічної обробки. Використовують при цьому: сушильний бокс, ексікатор для охолодження зразків (холодильна камера), ваги контрольного зважування. Розрізняють вагову й об'ємну вологість ґрунту.

Ваговою називають відношення маси води, яка міститься в ґрунті до маси абсолютного сухого ґрунту. Її визначають за формулою:

$$V = \frac{M_B}{M_C} \times 100 = \frac{M_B - M_G}{M_C - M_G} \times 100$$

де V - вагова вологість ґрунту, %;

M<sub>B</sub> - маса випаруваної ґрунту води, г;

M<sub>C</sub> - масу сухого ґрунту, г;

M<sub>G</sub> - маса бокса із вологим ґрунтом;



$m_c$  - маса бокса із сухим ґрунтом;

$m_0$  - маса порожнього боксу.

Об'ємною вологістю ґрунту називають відношення об'єму води, яка міститься в ґрунті, до загального об'єму зразка ґрунту:

$$V_o = \frac{V_B}{V_r} \times 100 = \frac{m_B - m_c}{V_r} \times 100$$

$V_o$  - об'ємна вологість ґрунту;

$V_B$  - об'єм води, випаруваної із зразка ґрунту  $\text{см}^3$ ;

$V_r$  - об'єм зразка ґрунту в непорушному стані,  $\text{см}^3$ .

Зразки ґрунту відбирають за допомогою звичайного бура на глибині 1-1.5 м через кожні 10-20 см в триразовій повторності. Закривають в бокси і відносять до лабораторії.

**2. Електромагнітний** – суть полягає у вимірюванні водопроникності ґрунту або електричного опору. Це прилад який за допомогою електричного сигналу визначає рівень вологості.

Прилад підключається до родючого шару ґрунту та завдяки сенсору показує вологість. Цей метод високоточний, швидкий. Недолік – досліджує поверхневий шар ґрунту, на глибину не підходить.

**3. Тензометричний метод** – в основі цього приладу лежить здатність землі вбирати воду. В загальному використовують прилад, який наповнений рідиною для проведення вимірювання.

По таблиці здатності різних типів ґрунтів вбирати вологу з навколишнього середовища визначається % вологості ґрунту. Цей метод самий точний, тому за допомогою нього можна правильно визначити період поливу ґрунту.

Існує багато інших методів виміру вологості ґрунту. Це такі, як **мікрохвильовий, окомірний** (через фільтрувальний папір). Але вони потребують багато часу та різних вимірювальних приладів.

Тому використовують в основному прилади електромагнітні.

Розглянемо такий метод визначення фізичної сплості ґрунту як його твердість.

Твердістю ґрунту називають його опір під час розрізання або натискання. Чим більша твердість, тим більший опір ґрунту і навпаки. Тому при малому опорі навантаження на техніку обробітку землі зменшується, а значить збільшується економічна ефективність, зменшується собівартість с/х продукції.

Твердість залежить від вмісту гумусу, вологості, цільності структури та хімічного складу ґрунту. Розрізняють ґрунти за твердістю на 6 категорій (за М.О. Качинським).

Також твердість ґрунту можна визначити за допомогою панетрометра (рис. 1). Пенетрометр є одним з основних інструментів для оцінки фізичних властивостей ґрунту, зокрема його щільності та ступеня ущільнення. Цей прилад використовується для вимірювання опору ґрунту під час проникнення, що є критичним показником, який впливає на здатність кореневої системи рослин розвиватися, а також на водопроникність і аерацію ґрунту. Принцип роботи пенетрометра полягає у поступовому зануренні конусоподібного наконечника в

грунт за допомогою стрижня з мірною шкалою. При цьому прилад фіксує величину опору ґрунту, яка відображається у мегапаскалях (МПа).



*Рис.1 Пенетрометр ґрунту WileSoil*

Вимірювання, отримані за допомогою пенетрометра, дозволяють агрономам оцінити рівень ущільнення ґрунту та визначити, чи необхідне додаткове розпушування або інші агротехнічні заходи. Надмірно ущільнений ґрунт може створювати бар'єри для кореневої системи, знижувати водопроникність і негативно впливати на врожайність. Таким чином, застосування пенетрометра є важливим етапом у моніторингу стану ґрунту і допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо його обробітку.

Розглянемо метод визначення пластичності ґрунту.

Пластичність – це здатність ґрунту набувати форми під дією зовнішніх сил без тріщин і зберігати її після припинення дії. Визначають верхню і нижню межі пластичності: нижня показує максимальну вологість, за якої можливий обробіток ґрунту, а верхня – коли ґрунт починає розпливатися. Величина пластичності дорівнює різниці між вологістю на верхній і нижній межах, а менше число пластичності означає меншу залежність обробітку від вологості ґрунту.

Визначення проводять за методом Аттерберга. Приблизно 30 г сухого ґрунту подрібнюють і просівають через сито, зволожують водою до густої пасти і залишають на добу в ексікаторі. Після цього ґрунт перемішують, вирівнюють і розрізають V-подібним шпателем. Чашку піднімають на 6 см і тричі кидають: якщо ґрунт з'єднався, це відповідає верхній межі пластичності, яку потім визначають шляхом сушіння частини зразка.

До залишку ґрунту додають сухий ґрунт і роблять кульку діаметром 1 см, з неї на папері виготовляють шнур товщиною 3 мм. Він починає розпадатися через деякий проміжок час. Цей ґрунт збирають і кладуть у сушильну камеру і визначають нижню межу пластичності ґрунту. Знайшовши різницю між верхньою та нижньою межею та дізнавшись число пластичності по таблиці (таблиця. 1) визначаємо фізичну оцінку ґрунтів [3].

Ще одним із головних методів визначення фізичної спілості ґрунту – це метод визначення **липкості ґрунту**.

Метод визначення липкості ґрунту оцінює його здатність прилипати до предметів і робочих органів ґрунтообробних знарядь. Липкість залежить від

складу, структури та вологості ґрунту: на структурних ґрунтах прилипання починається при 60-70% вологості, на розпилених – при 40-50%.

**Таблиця 1**

**Класифікація ґрунтів за числом пластичності (за Аттербергом)**

Число пластичності	Склад ґрунту	Оцінка за пластичністю
0	Пісок	Непластичні
0-7	Супісок	Слабопластичні
7-17	Суглинок	Пластичні
17>	Глина	Високопластичні

Для вимірювання липкості використовується прилад, схожий на терези, з диском діаметром 10 см<sup>2</sup> і чашею з піском для врівноваження. Ґрунт звожують до 20%, перемішують і підставляють під диск. На диск кладуть вантаж масою 250 грам, і сиплять пісок до відривання диска від поверхні ґрунту. Кількість піску зважують і обчислюють липкість як відношення маси піску до площі диска ( $A = P/S$ ). Додаючи воду до ґрунту, знаходять момент, коли диск перестає прилипати, що визначає оптимальну вологість ґрунту для обробітку і вирощування рослин.

Окрім перерахованих головних методів визначення фізичної спілості ґрунту існують ще декілька, не менш важливих в дослідженні ґрунту:

Визначення вологості стійкого в'янення (ВСВ) рослин. Це вологість, при якій рослини починають в'янути через нестачу води, яку не можуть отримати. Є три стадії в'янення: 1) в'янення верхніх листків; 2) в'янення і жовтіння нижніх листків, які ще відновлюються при поливі; 3) відмирання рослини. Для визначення ВСВ пророщують зерно в ґрунті з різною вологою і знаходять оптимальну вологість для отримання врожаю.

Визначення гігроскопічності ґрунту. Гігроскопічність – це здатність ґрунту утримувати вологу з повітря, залежить від гранулометрії та хімічного складу. Більш дрібні частки ґрунту мають кращу гігроскопічність. Для вимірювання гігроскопічності ґрунт звожують розчином сірчаної кислоти, а потім висушують. Показник розраховується за формулою:

$$МГ = 100 \times (m_2 - m_3) / (m_3 - m_1), \% ;$$

де  $m_1$  – тара бокса;

$m_2$  – маса бокса з ґрунтом після насичення;

$m_3$  – маса бокса з ґрунтом після висушування.

Також важливі такі показники ґрунту як - пористість і об'ємна маса. Вони залежать від гранулометричного складу, структури і вмісту органічної речовини, тому дослідження слід проводити в різних частинах поля [3, 5].

**Висновок.** Визначення фізичної спілості ґрунту методів дослідження визначають напрямок майже всіх процесів, які відбуваються у ґрунті. Вони істотно впливають на розвиток і ріст рослини. Більшість агротехнічних і меліоративних заходів у землеробстві застосовуються для тимчасового або тривалого поліпшення головним чином фізичних властивостей ґрунтів.

Розробляючи агротехніку для вирощування сільськогосподарських культур беруть до уваги саме ці показники.

В даній статті ми розглянули майже всі методи визначення фізичної спільності ґрунту. В сільському господарстві аграрії користуються різними приладами. На сьогодні більшу перевагу віддають електромагнітним приладам, вони набагато точніші і видають показники відразу на місці дослідження ґрунту. Досвідчений аграрій ще до визначення показників якості ґрунту сучасними приладами, додають метод візуального спостереження.

Тому всі методи визначення фізичної спільності ґрунту потрібно використовувати і поєднувати для того щоб виростити сільськогосподарські культури якісні та з високим урожаєм.

### Список використаних джерел

1. Наукові основи обробітку ґрунту: навчальний посібник / Таврійський державний агротехнічний університет. 2011. 45 с. URL: [http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/lekcyja-2.naukovi-osnovy-obrobitku-gruntu.pdf]).

2. Визначення стиглості ґрунту та різноманітних схем обробітку: освітній матеріал / Всеосвіта. 2022. URL: [https://vseosvita.ua/lesson/vyznachennia-styhlosti-hruntu-ta-riznomanitnykh-skhem-obrobitku-306121.html](https://vseosvita.ua/lesson/vyznachennia-styhlosti-hruntu-ta-riznomanitnykh-skhem-obrobitku-306121.html).

3. Фізико-механічні властивості ґрунту та методи їх визначення: навчальний посібник / Таврійський державний агротехнічний університет. 2014. 60 с. URL: [http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/pr.2.fizyko-mehanichni-vlastyvosti-gruntu-ta-metody-yih-vyznachennja.pdf](http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/pr.2.fizyko-mehanichni-vlastyvosti-gruntu-ta-metody-yih-vyznachennja.pdf).

4. Поняття про ґрунт та його родючість / Технічні галузі. 2011. URL: [https://tehngaluzu.wordpress.com/2011/10/26/1-%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%82%D1%82%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%BE-%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82-%D1%82%D0%B0-%D0%B9%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%8E%D1%87%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C/]

5. Фізика ґрунтів: лабораторний практикум / Львівський національний університет імені Івана Франка. 2021. 80 с. URL: [https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/FIZYKA-GRUNTIV-laboratornyy-praktykum.pdf](https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/FIZYKA-GRUNTIV-laboratornyy-praktykum.pdf).

6. Ніл Кінсі (NealKinsey) та Чарльз Уолтерс. «Практична Агрономія» Тов Видавництва «Ріджи 2015 р. 41, 61-62, 67-68, 398, с.

Дмитро КАЛІНА<sup>32</sup>,  
студент 2 курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ЗАХИСТ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ ВІД ШКОДОЧИННИХ ОРГАНІЗМІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

**Анотація.** Дослідженнями встановлено, за першого обліку (BBCN 14) забур'янення у контрольній ділянці становило 85 шт/м<sup>2</sup> бур'янів. Гербіцид Харнес у нормі 2,0 л/га достатньо ефективно знищував плоскуху звичайну, мишій сизий, відмінно – гірчак шорсткий. Проте незадовільно контролює гірчак березковидний, осот польовий і березку польову. У фазі чотирьох листків у варіантах де вносили Харнес (2,0 л/га) забур'яненість становила 38 шт/м<sup>2</sup>, а Харнес (1,5 л/га) – 46 шт/м<sup>2</sup>. При проведенні досліджень встановлено, що найвищу врожайність (12,35 т/га) зерна кукурудзи забезпечив варіант із внесенням гербіциду Майстер Пауер – 1,3 л/га. Приріст врожаю до контрольного варіанту складає 6,05 т/га або 96,0 %. Певною альтернативою використання Майстер Пауер є внесення гербіцида Елюміс (1,8 л/га). Даний варіант контролю бур'янів забезпечив урожай зерна та надвишку до контролю на рівні 12,1 т/га та 5,80 т/га відповідно.

**Ключові слова:** кукурудза, гербіцид, бур'яни, норма внесення гербіцидів, структура урожайності, економічна ефективність.

**Annotation.** Research has established that, according to the first assessment (BBCN 14), weeding in the control area amounted to 85 pieces/m<sup>2</sup> of weeds. Harness herbicide at a rate of 2.0 l/ha was quite effective in destroying common flat grass, gray mouse, excellent – rough mustard. However, it does not satisfactorily control bitter gorse, field thistle and field birch. In the phase of four leaves, in the variants where Harness (2.0 l/ha) was applied, weediness was 38 units/m<sup>2</sup>, and Harness (1.5 l/ha) was 46 units/m<sup>2</sup>. During the research, it was established that the highest yield (12.35 t/ha) of corn grain was provided by the option with the introduction of the herbicide Master Power - 1.3 l/ha. The yield increase compared to the control variant is 6.05 t/ha or 96.0%. A certain alternative to the use of Master Power is the application of Elumis herbicide (1.8 l/ha). This variant of weed control provided grain yield and surplus to control at the level of 12.1 t/ha and 5.80 t/ha, respectively.

**Key words:** corn, herbicide, weeds, rate of herbicide application, yield structure, economic efficiency.

**Вступ.** Організація ефективного застосування фунгіцидів та гербіцидів на кукурудзі має виключно важливе стратегічне значення, оскільки тісно

---

<sup>32</sup>Науковий керівник: Колісник О. М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

пов'язана з виробництвом зерна цієї культури. Від стану насінництва залежать об'єми і вартість вирощеного товарного зерна, а також його експортна спроможність. Особливо важливого значення набуває якісне насінництво у системі завдань, поставлених Стратегією розвитку зерновиробництва країни до 2035 року, а також визнання принципу еквівалентності щодо постачання вітчизняного насіння на міжнародні ринки Європейського Союзу [2, 11].

Стабільний попит на зерно кукурудзи, а також її переваги в економічному та агротехнологічному плані (рівень прибутковості, високопродуктивні гібриди, ефективні технології вирощування) забезпечили відповідне зростання площ цієї культури в Україні які за останні 10 років зросли в 1,5 рази: з 3,6 млн га у 2012 р., до 5,5 млн га, або 19 % від всієї посівної площі культур в 2024 р.

Кукурудза – культура, яка зазвичай висівається з широким міжряддям, тож доволі тривалий час вона не може чинити фітоценотичний тиск на бур'яни і, відповідно, не здатна конкурувати за світло, простір, вологу та елементи живлення з бур'яною рослинністю. Між тим, нестача ресурсів на старті є серйозною перепоною до формування високого рівня майбутньої врожайності. Тож, щоб забезпечити посіви всім необхідним на ранніх етапах росту, ігнорувати ґрунтовий захист в жодному разі не варто – адже він є основою, на яку потім «надбудовуватимуться» подальші обробки [1, 3, 5, 7, 10].

Основний захист кукурудзи від бур'янів вважається одним з актуальних завдань для отримання гарної врожайності культури в 2024. Особливо шкідливими для зернової кукурудзи вважаються багаторічні коренепаросткові бур'яни. На 40% знижується врожайність при засміченості посівів польовим осотом. Фахівці ставлять серйозні завдання: створити відмінні умови для сильних сходів, забезпечити гідний захист кукурудзи від бур'янів [2, 6, 8, 11].

**Виклад основного матеріалу.** Інформація наведена в статті базується на даних досліджень, що були проведені на дослідних ділянках Вінницького національного аграрного університету с. Агрономічне Вінницького району.

Основною метою наших досліджень по догляду за посівами кукурудзи-насамперед, створення умов для їх активного гармонійно гопроростання. Важливо забезпечити культурі надійний захист від бур'янів. Тільки так можна добитися позитивного результату в данному напрямку.

В агроценозах кукурудзи шкідливими бур'янами однорічні бур'яни – галінсога дрібноцвітна (*Calinsoga parviflora* Cov.), суріпиця звичайна (*Barbares vulgaris* R.Br.), амброзія полиннолиста (*Ambrosia artemisifolia*), види проса (*Panicum* spp. (L.)), портулак городній (*Portulaca vulgaris* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.) та інші.

Перший облік забур'янення проводили у фазі ВВСН 14 перед внесенням страхових гербіцидів. Забур'яненість на контрольній ділянці становила 85 шт/м<sup>2</sup>. Аналогічно були забур'янені були ділянки перед застосуванням Примекстра TZ Голд (4 л/га) – 80 шт/м<sup>2</sup> і Майстер Пауер – 70 шт/м<sup>2</sup>. На другому та четвертому варіантах вносити ґрунтовий гербіцид Харнес кількість бур'янів на цих ділянках була дещо меншою.

Так, ацетохлор за норми внесення 1,5 і 2,0 л/га достатньо ефективно знищував плоскухи звичайну, мишій сизий, відмінно – гірчак шорсткий. Проте у нього повністю відсутня дія на гірчак березко видний, осот польовий і березку польову. У фазі чотирьох листків на варіантах де вносили Харнес (2,0 л/га) забур'яненість становила 38 шт/м<sup>2</sup>, а Елюміс (1,8 л/га) – 46 шт/м<sup>2</sup>.

Візуальний розподіл частки певного виду бур'янів показано на рис.1. Талабан польовий займає третину із загальної кількості бур'янів, лобода 27 %, злаки – 19 %, коренепаросткові – 10% і до п'яти відсотків інші види бур'янів.



Рис 1. Видова структура бур'янів у посівах кукурудзи на зерно, %

Кількісно-видовий та ваговий облік бур'янів провели перед збирання врожаю кукурудзи. Він дає можливість оцінити використані способи захисту культури щодо контролю бур'янів.

Таблиця 1

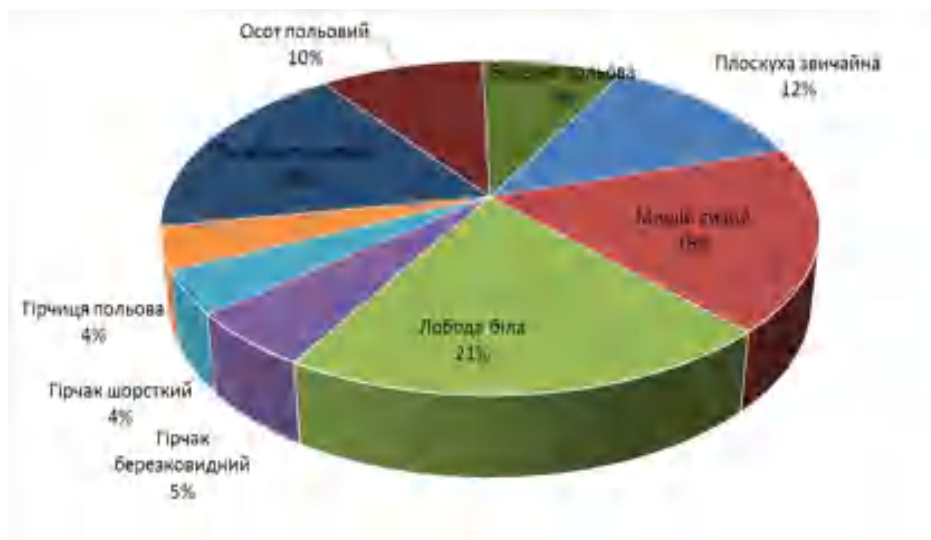
Чисельність бур'янів перед застосуванням гербіцидів на кукурудзі, шт./м<sup>2</sup>

Назва бур'яну	Варіант дослідження (норма внесення)				
	Контроль	Харнес (2,0 л/га)	Примекстра TZ Голд (4 л/га)	Майстер® Пауер (1,3 л/га)	Елюміс (1,8 л/га)
Осот польовий	7	5	0	2	1
Березка польова	6	4	2	2	1
Лобода біла	19	6	0	0	0
Гірчак березковидний	5	4	1	0	0
Плоскуха звичайна	9	4	8	0	0
Мишій сизий	13	3	11	0	0
Гірчак шорсткий	3	0	0	0	0
Гірчиця польова	3	2	0	0	0
Талабан польовий	17	9	0	0	0
Всього	73	37	22	4	2

Дані таблиці 1 свідчать, максимально ефективним був гербіцид Майстер Пауер (1,3) лише 4 шт/м<sup>2</sup>. Цей комбінований гербіцид успішно знищував однорічні бур'яни мав достатньо ґрунтову дію проконтролювати нові сходи проте під впливом інтенсивних опадів не було достатньої дії на осот і березку польову, а також спостерігається присутність поодиноких рослин лободи білої.

На ділянках де застосували Примекстра TZ Голд (4 л/га) залишилися злакові бур'яни та частково березка. Загальна кількість бур'янів – 22 шт/м<sup>2</sup>.

Надзвичайно високу ефективність показав гербіцид Елюміс (30 г/л Нікосульфурон, 75 г/л Мезотріон). У цих варіантах на час збирання кукурудзи бур'янів не виявлено.



**Рис 2. Видова структура бур'янів у посівах кукурудзи на зерно перед збиранням урожаю, %**

Аналіз структури забур'янення перед збиранням кукурудзи показав, що домінувала лобода біла – 21%, мишій сизий і талабан польовий – 18 %, осот 10%. Частка інших бур'янів була меншою за 10%.

У середньому за роки досліджень встановлено, що збільшення норми добрив позитивно впливало на структурні показники врожаю кукурудзи (табл.2).

**Таблиця 2**

**Структура врожаю кукурудзи залежно від застосування гербіцидів в середньому 2023-2024рр.**

№	Варіант досліджу	Норма внесення гербіциду	Кількість рядів зерен, шт.	Кількість зерен у ряді, шт.	Маса зерна з 1 качана, г
1	Контроль (беззахисту)	-	14,5	32,0	129,2
2	Харнес	2,0л/га	14,3	33,7	134,7
3	Примекстра TZ Голд	4л/га	14,6	33,8	135,4
4	МайсТер® Пауер	1,3л/га	14,5	31,9	137,6
5	Елюміс	1,8 л/га	14,5	33,8	137,1

Найбільший вплив на масу зерна з качана мало підживлення після цвітіння. Маса зерна з качана у цьому варіанті становила 187,3-200,5 г, що забезпечило 12,4-25,6 г, або 8,5-16,6 % приросту відносно контролю.

Важливим та об'єктивним показником оцінки окремих ланок технології вирощування сільськогосподарських культур є величина врожайності.

В наших дослідженнях на рівень урожайності зерна кукурудзи суттєвий



вплив мали гідро-термічні умови років досліджень. Більші показники врожаю фіксувалися нами у 2023 році, при чому ця тенденція прослідковується у всіх варіантах досліду (табл. 3 ).

**Таблиця 3**

*Вплив гербіцидів на урожайність зерна кукурудзи, т/га*

№	Варіант досліду	Норма внесення	Врожайність, т/га			Приріст врожаю до контролю т/га
			2023р.	2024р.	Середнє за 2023-2024рр.	
1	Контроль (беззахисту)	–	6,10	6,50	6,30	–
2	Харнес	2,0л/га	8,70	9,20	8,95	2,65
3	ПримекстраTZГо	4л/га	9,40	9,90	9,65	3,35
4	МайсТер®Пауер	1,3л/га	11,90	12,80	12,35	6,05
5	Елюміс	1,8 л/га	11,70	12,50	12,10	5,80
		<i>НІР<sub>05</sub></i>	<i>0,13</i>	<i>0,35</i>		

Формування врожаю зерна кукурудзи залежало і від чинника, який ми вивчали – використання гербіцидів. Максимальну врожайність (12,35 т/га) зерна кукурудзи у середньому за роки досліджень забезпечив варіант із внесенням гербіциду Майстер Пауер – 1,3 л/га. Приріст врожаю до контрольного варіанту складає 6,05 т/га або 96,0 %. Певною альтернативою використання Майстер Пауер є внесення гербіцидів Елюміс (30 г/л Нікосульфурон, 75 г/л Мезотріон). Даний варіант контролю бур'янів забезпечив урожай зерна та надвишку до контролю у середньому за 2022-2023рр. нарівні 12,10 т/га та 5,80 т/га відповідно. Включення у технологію вирощування кукурудзи внесення Харнесу (2 л/га) та Примекстра TZ Голд (4 л/га) є менш ефективним, оскільки надвишка до контрольного варіанту була значно меншою і коливалась в межах 2,65-3,35 т/га або 42,1-53,2 %.

Враховуючи показник НІР<sub>0,5</sub> т/га ми стверджуємо, що наші результати є математично доведені та достовірні.

Отже, можна зробити висновок, що в умовах дослідження застосування гербіцидів сприяє покращення елементів структури врожаю кукурудзи на зерно та забезпечує достовірне підвищення врожайності.

**Висновок.** За першого обліку (ВВСН 14) забур'янення у контрольній ділянці становило 85 шт/м<sup>2</sup> бур'янів. Гербіцид Харнес у нормі 2,0 л/га достатньо ефективно знищував плоскуху звичайну, мишій сизий, відмінно – гірчак шорсткий. Проте незадовільно контролює гірчак березковидний, осот польовий і березку польову. У фазі чотирьох листків у варіантах де вносили Харнес (2,0 л/га) забур'яненість становила 38 шт/м<sup>2</sup>, а Елюміс (1,8 л/га) – 46 шт/м<sup>2</sup>.

Кількісно-видовий та ваговий облік бур'янів провели перед збирання врожаю кукурудзи. Максимально ефективним був гербіцид Майстер Пауер (1,3) – забур'яненість становила лише 5 шт/м<sup>2</sup>. Цей комбінований гербіцид успішно знищував однорічні бур'яни мав достатньо ґрунтову дію щоб контролювати нові сходи проте не мав достатньої дії на осот і березку польову,

а також спостерігається присутність поодиноких рослин лободи білої. Надзвичайно високу ефективність показала комбінація гербіцидів харнес (ацетохлор) як ґрунтового гербіциду Елюміс (1,8 л/га). У цих варіантах на час збирання кукурудзи бур'янів не виявлено.

У середньому за 2022-2023 роки дослідження ефективність гербіцидів є високою і становить 49-100%. Найнижчу ефективність діїна бур'яни (майже 50%) має ґрунтовий гербіцид Харнес, що приблизно на 20 % менше за внесення страхового гербіциду Пріми TZ Голд 4 л/га. Максимальну ефективність (100%) забезпечує Елюміс (1,8 л/га).

Найвищу врожайність (12,35 т/га) зерна кукурудзи забезпечив варіант із внесенням гербіциду Майстер Пауер – 1,3 л/га. Приріст врожаю до контрольного варіанту складає 6,05 т/га або 96,0 %. Певною альтернативою використання Майстер Пауер є внесення гербіцида Елюміс (1,8 л/га). Даний варіант контролю бур'янів забезпечив урожай зерна та надвишку до контролю на рівні 12,1 т/га та 5,80 т/га відповідно. Включення у технологію вирощування кукурудзи внесення Харнесу (2 л/га) та Пріми TZ Голд (4 л/га) є менш ефективним, оскільки надвишка до контрольного варіанту була значно меншою і коливалась в межах 2,65-3,35 т/га або 42,1-53,2 %.

### Список використаної літератури

1. Вох В. М., Антоненко О. Ф., Галиш Ф. С. Поширення і розвиток гельмінтоспориозу в зонах вирощування кукурудзи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. №176. С. 296-300.

2. Дерменко О. Сажкові хвороби кукурудзи. *Пропозиція*. 2012. №8. С.76-78. URL: <https://propozitsiya.com/ua/sazhkovi-hvorobi-kukurudzi>

3. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2018. №. 101. С. 42-49.

4. Колісник О.М. Стійкість самозапилених ліній та гібридів кукурудзи до основних хвороб та шкідників в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 С.53-61.

5. Колісник О.М. Оцінка генотипів кукурудзи за стійкістю до шкодочинних об'єктів в умовах лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. №2 (13). С. 143-153. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-2-12

6. Колісник О. М., Бутенко А. О., Малинка Л. В., Масік І. М., Онучко В. І., Онучко Т. О., Кріучко Л. В., Кобзев О. М. Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields. *Ukrainian Journal of Ecology* 2019, № 9 (2), 33–37.

7. Колісник О. М. Створення простих гібридів кукурудзи з різною стійкістю до хвороб і шкідників. *Зрошуване землеробство*. 2019. Випуск 71. С. 71–75.

8. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М.

Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник. Вінниця, 2013. 713 с.

9. Palamarchuk V. D., Kolisnyk O. O. Stalk lodging resistance of corn hybrids depending on the planting date. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 4 (15). С. 94–110. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-3-4-9.

10. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексеев О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, «Друк» 2020. 536 с.

11. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та еколого безпечного розвитку сільських територій. Вінниця: «Друк», 2022. 372 с.

**Адріана КАЛІНУШКА<sup>33</sup>,**  
студентки 4-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ З ЛАВАНДИ**

***Анотація.** Олія лаванди є важливою ефірною олією з багатьма застосуваннями і вона є найбільш затребуваним продуктом, який виробляють фермери, які вирощують лаванду. Лаванда та її продукти мають чудові смакові властивості. Окрім цього лавандова ароматична продукція представляє значний промисловий інтерес: її характеристики та властивості вивчаються протягом багатьох років. Процес отримання ефірної олії з лаванди, як правило, включає дистиляцію, зокрема дистиляцію з водяною парою, яка є найпоширенішим методом вилучення ефірних олій з рослин. Отримана ефірна олія лаванди широко використовується в ароматерапії, косметичці та парфумерії, цінується за її заспокійливий аромат і терапевтичні властивості. В цій статті йдеться про технологію отримання ефірної олії з лаванди.*

***Ключові слова:** лаванда, ефірна олія, агротехніка, ароматичні сполуки, збирання врожаю.*

***Annotation.** Lavender oil is an important essential oil with many uses and is the most sought-after product produced by lavender farmers. Lavender and its products have excellent taste properties. In addition, lavender aromatic products are of considerable industrial interest: their characteristics and properties have been studied for many years. The process of obtaining essential oil from lavender usually involves distillation, specifically steam distillation, which is the most common method*

---

<sup>33</sup>Науковий керівник: Шевченко Н.В. кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

*of extracting essential oils from plants. The resulting lavender essential oil is widely used in aromatherapy, cosmetics, and perfumery, and is valued for its soothing aroma and therapeutic properties. This article is about the technology of obtaining essential oil from lavender.*

**Keywords:** *lavender, essential oil, agricultural technology, aromatic compounds, harvesting.*

**Вступ.** Загальновідомо, що ефірна олія лаванди є однією із найбільш використовуваних натуральних продуктів як у лікувальних цілях, так і в косметичі та завдяки своїм нюховим властивостям. Загалом, лаванда є легкою у вирощуванні рослиною, яка не потребує використання таких продуктів, як добрива та пестициди. Ефірна олія лаванди, як правило, видобувається за допомогою процесу, який називається дистиляцією, зокрема дистиляцією з водяною парою. Відповідно цей метод є найпоширенішим для вилучення ефірних олій з рослин, оскільки він зберігає якість і цілісність олії. Перегонка з водяною парою є найбільш використовуваним і ефективним методом отримання ефірної олії лаванди. Це вимагає уваги до деталей на кожному етапі, від збору врожаю до дистиляції та зберігання, щоб забезпечити високоякісний продукт.

**Мета:** цієї статті полягає у вивченні технології отримання ефірної олії з лаванди.

**Виклад основного матеріалу.** Завдяки неймовірному розмаїттю, котре пов'язане з рослиною лаванди, сьогодні на ринку наявно багато видів лавандової олії.

Слід зазначити, що переваги та застосування ефірної олії лаванди можуть відрізнятися залежно від типу, вибір правильної лавандової олії може стати ключем до успішного виробництва того продукту, котрий матиме великий попит серед споживачів. Важливо також переконатися в тому, що олія використовується безпечно та відповідає призначенню.

Рослина лаванди є частиною ароматної родини м'яти «Lamiaceae», яка також є домом для інших неймовірно ароматичних рослин, таких як розмарин, м'ята, чебрець і меліса. У цьому сімействі будь-яка рослина, що належить до роду *Lavandula*, вважається рослиною лаванди.

Різноманітність ароматів, властивостей і переваг різних ефірних олій лаванди можна віднести до широкого спектру факторів, і, можливо, було б легше уявити, що ці фактори існують на різних «рівнях». На першому рівні розташовані ботанічні види лаванди, які використовуються для дистиляції ефірної олії. Це може стосуватися видів, а загалом їх налічується понад 30, а також конкретного сорту чи культивуру, яких налічується більше 450. Різні види та сорти лаванди можуть мати квіти чи листя різного розміру та кольору і може процвітати у сприятливих кліматичних умовах. Вони також мають аромати, які можуть відрізнятися за міцністю, солодкістю та загальною якістю [1].

На другому рівні відмінності в ефірних оліях лаванди можна віднести до країни походження. Кожна країна залежить від власних унікальних погодних

умов і географічних умов, які в кінцевому підсумку впливають на склад ефірної олії. Таким чином, лавандова олія з України матиме характеристики, дещо унікальні від тієї, яка переганяється в Південній Африці, навіть якщо рослина належить до того самого виду. Залежно від джерела лавандові олії можуть бути близькими до класичного аромату лаванди, а деякі в той же час будуть м'якшими, яскравішими, більш трав'янистими тощо. Варто врахувати те, що колись лаванду обмежували середземноморським регіоном, а тепер вирощують у багатьох країнах, включаючи Болгарію, Францію, Грецію, Іспанію, Італію, Південну Африку, Англію та США, хоча багато в чому Європа все ще вважається «серцем» виробництва лаванди.

На третьому рівні можуть існувати відмінності через регіональні фактори, такі як місцеві погодні умови, географія, час збору врожаю та метод видобутку, які можуть впливати на якість олії та її аромат. Ідеально вчасний збір лаванди та бездоганна погода, наприклад, можуть призвести до чудового врожаю та чудово пахучої олії. З іншого боку, несвоєчасний збір урожаю може призвести до отримання ефірної олії з лаванди нижчої якості. Тому навіть ефірна олія лаванди, придбана в одній країні походження, може дещо відрізнитися залежно від постачальника або з часом.

Світ ефірних олій лаванди величезний і чарівний. Хоча багато хто, можливо, вже знайомий з приємним і характерним ароматом лаванди, існує також неймовірне відчуття різноманітності, пов'язане з цією популярною ефірною олією.

Загальновідомо, що кожного літа протягом багатьох років знаходить своє використання цвітіння рослин лаванди для дистиляції та отримання таким чином необхідного гідрозолу. Процес випаровування за допомогою тепла та подальшої конденсації за допомогою холоду через дистилятор виконує функцію науково-дослідних робіт, доповнюючи діяльність фахівців з виробництва такого дуже важливого продукту, як мила з лаванди.

Збір урожаю рослин лаванди є важливим першим кроком у процесі парової дистиляції. Для вирощування лаванди важливо вибирати зрілі рослини, котрі щойно почали цвісти, для оптимального виробництва ефірної олії. Фахівці, котрі задіяні в технологічному процесі виробництва ефірної олії з лаванди мають можливість порахувати відкриті квіти на кількох квіткових голівках для того, щоб переконатися в тому, що принаймні 30% квітів відкриті. Спеціалісти даного процесу матимуть змогу провести дистиляцію ще до того, як розпуститься приблизно 90% квітів з тією метою, щоб максимізувати вихід ефірної олії [2].

Найкращий час для збору врожаю – рано вранці після випаровування роси, оскільки це може максимізувати ароматичні сполуки в рослинному матеріалі. Коли день стає спекотнішим, лаванда виділяє свою ефірну олію, щоб регулювати температуру рослини, подібно до потовиділення у людей. Дуже важливо переконатися в тому, що кожна гілочка ретельно зрізана біля основи, що допомагає зберегти здоров'я рослини для майбутніх циклів росту та ефективного вилучення олії.

Важливо врахувати той вагомий чинник, що дотримання цих вказівок гарантує високоякісні ефірні олії з міцним ароматом і додає довголіття практиці вирощування лаванди.

Необхідно взяти до уваги те, що для того аби налаштувати дистиляційне обладнання для парової дистиляції ефірної олії лаванди, фахівцям знадобиться кілька ключових компонентів. По-перше, потрібно вибрати апарат для перегонки або дистиляції, який може вмістити кількість зібраного рослинного матеріалу лаванди.

Варто переконатися в тому, що апарат виготовлений із нержавіючої сталі або міді для того, щоб забезпечити довговічність і ефективну теплопровідність в технологічному процесі для дотримання всіх вимог щодо виготовлення ефірної олії з лаванди.

Далі слід зібрати різні частини дистилятора, включаючи в цей перелік бак для кип'ятіння, ємність для варіння, кошик для рослинного матеріалу, а також конденсатор, ємність для збору та термометр. Потрібно надійно з'єднати їх за допомогою відповідних фітингів і ущільнювачів для того, щоб запобігти будь-яким витокам під час процесу дистиляції.

Після завершення налаштування необхідно помістити рослинний матеріал лаванди в резервуар для варіння разом із достатньою кількістю води в резервуар для кип'ятіння. У деяких установках дистиляції ємність для приготування та ємність для кип'ятіння однакові. У цьому випадку варто використовувати ситечко, щоб рослинний матеріал не потрапив у воду. Рослинний матеріал ніколи не повинен торкатися води під час дистиляції з водяною парою.

Не слід забувати розташовувати конденсатор таким чином, щоб він забезпечував належне охолодження випарів пари, коли вони проходять через змішувачі. Це забезпечить ефективну конденсацію та відділення ефірної олії від водяної пари [3].

Необхідно нагрівати свою установку поступово, при цьому піддаючи тепло під киплячу ємність. Дуже важливо ретельно стежити за температурою за допомогою термометра, щоб забезпечити оптимальні умови для вивільнення ефірних олій без їх спалювання.

Як відомо, для того, щоб розпочати процес дистиляції з водяною парою для вилучення ефірної олії лаванди, потрібно буде додати воду та нагріти суміш. Цей етап має вирішальне значення для вивільнення ароматичних властивостей рослинного матеріалу лаванди. Нижче наведена проста інструкція, якої слід дотримуватися:

1. Потрібно наповнити дистиляційний апарат, наприклад дистилятор, водою. Необхідна кількість води залежатиме від розміру пристрою, який задіяний в даному процесі та від кількості рослинного матеріалу лаванди.

2. Варто помістити рослинний матеріал лаванди в кошик або контейнер всередині дистилятора. Обов'язково треба рівномірно розподілити його для кращого витягування.

3. Слід надійно закрити дистилятор для того, щоб запобігти виходу пари під час процесу дистиляції.

4. Важливо встановити джерело тепла, наприклад пальник або ж електричну плиту, під дистилятором і увімкнути його.

5. Поступово необхідно збільшувати температуру, щоб вода закипіла. Важливо не поспішати з цим процесом, оскільки він дозволяє ефективно витягувати ефірні олії.

6. Коли вода закипає, утворюється пара, котра піднімається через рослинний матеріал, несучи з собою пари ефірної олії.

7. Потім пара проходитьиме через конденсатор, де охолоджуватиметься та конденсуватиметься назад у рідку форму разом із ефірними оліями.

8. Важливо зібрати цю суміш води та ефірних масел в окрему ємність.

Наступним етапом є конденсація пари та збір ефірної олії. Після того, як рослинний матеріал лаванди був нагрітий і утворилася пара, настав час конденсувати пару та зібрати ефірну олію. Цей крок є вирішальним для отримання чистої та високоякісної ефірної олії лаванди. При даному етапі слід дотримуватися наступних важливих вказівок:

1. Варто врахувати те, що пара, що містить випари ефірної олії, пропускається через конденсатор, який охолоджує пару та перетворює її назад у рідку форму.

2. Охолоджена рідина, яка тепер є сумішшю квіткові води (називається гідрозолем) і ефірної олії, витікає з конденсатора в окремий контейнер, відомий як сепаратор.

3. У сепараторі діє сила тяжіння, коли більш важка квітова вода (гідрозоль) опускається на дно, а легша ефірна олія плаває зверху.

4. Патрубок або клапан у нижній частині сепаратора дозволяє злити або відокремити воду від ефірної олії. Якщо дистилятор дуже великий, варто придбати есенцієр. Це обладнання автоматично розділить ефірну олію та гідрозоль для виробників.

5. Треба обережно зібрати і перемістити відокремлену ефірну олію лаванди в темні скляні пляшки з кришками під тиском для зберігання або подальшої обробки.

6. Варто зберігати ефірну олію в прохолодному темному місці до шести років. Необхідно взяти до уваги те, що під час використання ефірної олії з лаванди треба розлити її в менші темні скляні пляшки для того, щоб мінімізувати простір [4].

Слід зауважити те, що гідрозоль є побічним продуктом парової дистиляції, що містить водорозчинні компоненти та тонкий аромат. Як відомо, гідрозоль використовується для вилучення ефірної олії лаванди. Це рідина, котра залишається після того, як пара та ефірна олія були конденсовані та розділені.

Необхідно вказати на те, що гідрозоль має свої унікальні властивості та переваги, що робить його цінним продуктом сам по собі. Гідрозоль призначений не тільки як побічний продукт, а й як окремий продукт. Його можна

використовувати як природний тонік для шкіри, спрей для обличчя або навіть додавати у воду для ванни для заспокійливого та розслаблюючого ефекту.

Гідрозоль містить слідові кількості ефірної олії (близько 0,01%) разом із водорозчинними сполуками з рослинної сировини, що надає йому м'яких терапевтичних властивостей.

Як вказувалося вище гідрозоль є побічним продуктом процесу дистиляції з водяною парою, і це стосується води, яка залишається після екстрагування ефірної олії. Відокремлення гідрозолю від ефірної олії є важливим кроком у дистиляції лаванди, оскільки обидва мають різні властивості та використання. Нижче наведено як відокремити гідрозоль від ефірної олії лаванди:

1. Збір: коли пара та випари ефірної олії конденсуються, вони утворюють суміш води та олії. Цю суміш збирають у роздільну ємність, яка називається сепаратором, декантером або есенціером.

2. Гравітаційне розділення: оскільки гідрозоль важчий за ефірну олію, для їх розділення можна використовувати гравітаційне розділення. Зібрану суміш залишають на деякий час у спокої, поки гідрозоль не осяде на дні, а ефірна олія не спливе зверху. У цей момент можна використовувати есенціер або ділільну лійку для того, щоб злити гідрозоль з дна суміші.

3. Знімання: щоб відокремити верхній шар ефірної олії від нижнього шару гідрозолю, необхідно використовувати інструмент для зняття, наприклад піпетку або ложку. Обережно слід видалити ефірне масло з поверхні, не порушуючи і не змішуючи його з гідрозолю.

4. Фільтрування: якщо в екстрагованій ефірній олії залишилися дрібні крапельки гідрозолю, можна використовувати методи фільтрації, такі як марля або фільтрувальний папір, щоб процідити будь-які домішки. Це гарантує, що ефірна олія лаванди чиста та вільна від будь-яких небажаних частинок.

5. Зберігання: Після відділення гідрозолю від ефірної олії лаванди варто зберігати кожен компонент окремо у відповідних контейнерах. Потрібно наголосити на тому, що гідрозолю зазвичай зберігаються в темних скляних пляшках з розпилювачем, тоді як ефірні олії зберігаються в бурштинових скляних пляшках із щільними кришками. Гідрозоль слід періодично перевіряти на рівень рН і ознаки «цвітіння» [5].

Для того, щоб забезпечити успішну парову дистиляцію лаванди, треба вибрати сорт лаванди, котрий в свою чергу відомий високим вмістом ефірної олії та ароматичними властивостями. Дуже важливо зберігати видобуту ефірну олію з лаванди в темних скляних пляшках з тією метою, щоб захистити її від світла, тепла та вологи. Світло та тепло можуть погіршити олію та поставити під загрозу її аромат і терапевтичні переваги. Крім того, треба переконатися в тому, що ємності щільно закриваються, щоб запобігти проникненню повітря, оскільки кисень також може спричинити окислення масла. Для забезпечення довговічності та якості ефірної олії лаванди важливо правильно її зберігати.

Якщо фахівці, котрі задіяні у виробництві ефірної олії з лаванди зіткнулися з будь-якими проблемами під час процесу дистиляції, такими як



низький вихід або слабкий аромат, то слід усунути проблему, відкоригувавши такі фактори, як температура та тривалість часу дистиляції.

Вибір відповідного сорту лаванди має вирішальне значення, коли мова йде про парову дистиляцію лаванди для екстракції ефірної олії. Існують різні види лаванди, кожен зі своїми унікальними властивостями та якостями.

*Lavandula angustifolia*, або англійська лаванда, користується широкою популярністю через високий вміст олії та терапевтичні переваги. Цей сорт відомий своїм заспокійливим ароматом і заспокійливим ефектом, що робить його ідеальним для ароматерапії та засобів по догляду за шкірою.

З іншого боку, *Lavandula x intermedia* (також відомий як лавандин) часто вибирають через його більший урожай, але має трохи менш витончений аромат порівняно з англійською лавандою. Вибираючи правильний сорт лаванди для парової дистиляції, важливо враховувати конкретні потреби та цілі.

Варто зберігати ефірну олію лаванди в прохолодному, сухому місці, подалі від прямих сонячних променів і екстремальних температурних коливань для оптимального збереження. Слід використовувати напірний ковпачок і не залишати вільного простору в пляшці. Дотримання цих вказівок щодо зберігання допоможе зберегти силу та аромат дорогоцінної ефірної олії лаванди протягом довшого періоду часу [6].

Поширені проблеми, з якими можуть зіткнутися фермери, які вирощують лаванду, під час процесу парової дистиляції для отримання ефірної олії з лаванди є наступними:

Недостатній вихід: якщо технологине отримують достатньо ефірної олії під час дистиляції, то це може бути пов'язано з такими факторами, як низька якість рослинного матеріалу, неправильна температура пари, протікання швів у дистиляційному апараті або недостатній час дистиляції.

Погана якість ефірної олії: на якість ефірної олії можуть вплинути такі фактори, як використання старих або погано висушених рослин лаванди, а також неправильне зберігання зібраних рослин перед дистиляцією або забруднення під час процесу дистиляції.

Засмічене обладнання: якщо дистиляційне обладнання засмітиться або заблокується, це може перешкоджати потоку пари та вплинути на процес екстракції. Це може бути спричинено забрудненнями рослинного матеріалу лаванди або неадекватним очищенням обладнання перед використанням.

Перегрівання: надмірне тепло може призвести до деградації ароматичних сполук ефірної олії, що призведе до зниження якості продукту. Важливо уважно стежити за температурою пари протягом усього процесу дистиляції.

Забруднення води: забруднення води, що використовується в процесі дистиляції, може вплинути на чистоту та якість ефірної олії. Варто переконатися, що використовується чиста вода без домішок, таких як мінерали або хлор. Неможна використовувати дистильовану воду або уловлену сіру воду. Високоякісна колодязна вода – найкращий вибір в процесі виробництва ефірної олії з лаванди.

Неправильне відокремлення: якщо не вдасться ефективно відокремити гідрозоль від ефірної олії, це може призвести до розбавленого кінцевого продукту. Важливо використовувати відповідні методи для розділення цих двох компонентів після конденсації пари.

Несправність обладнання: Будь-яка несправність або неналежне технічне обслуговування дистиляційного апарату може призвести до поганих результатів. Слід регулярно перевіряти та обслуговувати своє обладнання для того, щоб забезпечити оптимальну продуктивність і високу якість отримання ефірної олії з лаванди [7].

Таким чином, дотримання технології виробництва ефірної олії з лаванди має вирішальне значення для забезпечення якості, чистоти, а також ефективності кінцевого продукту. Дотримуючись найкращих практик на кожному етапі – від збору врожаю до дистиляції, зберігання та контролю якості – виробники можуть гарантувати, що їхня ефірна олія лаванди є чистою, ефективною та безпечною для використання.

**Висновок.** Отже, дистиляція з водяною парою є високоефективним методом вилучення ефірної олії з лаванди. Використовуючи пару для нагрівання та вивільнення ароматичних властивостей рослин лаванди, цей процес виробляє високоякісні олії з сильним ароматом.

Незалежно від того, чи аграрії вирощують лаванду, чи просто зацікавлені у виробництві ефірної олії, розуміння процесу парової дистиляції дозволить фахівцям використовувати переваги та використання лавандової олії в ароматерапії, догляді за шкірою, знятті стресу та сновидінні.

Використання парової дистиляції гарантує, що видобута ефірна олія з лаванди зберігає свій природний аромат і терапевтичні властивості. Цей метод також дозволяє ефективно витягувати велику кількість олії з рослинного матеріалу.

### **Список використаної літератури**

1. Липовий В.Г., Мазур О.В., Мордванюк М.О. Методологія та організація наукових досліджень в агрономії з основами інтелектуальної власності: навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ВНАУ, 2020. 242 с.

2. Кременчук Р.І., Барабаш Л.О. Економічна ефективність вирощування лаванди вузьколистої сорту Мрія. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції. Матер. міжнар. наук. практ. конф. 20-21 березня 2019 р. (ПДАТУ, м. Кам'янець-Подільський). Тернопіль. Крок, 2019. С. 106-107.

3. Основи органічного рослинництва: навч. посібник. В. Пиндус, О. Гуцаленко, С. Омельчук, Л. Василенко, С. Горбань. Наук.-метод. центр ВФПО. 2022. 327 с.

4. Рожков А.О., Огурцов Є.М. Рослинництво: підручник. Харків: ТОВ «ТПГ», 2019. 382 с.

5. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2023 рік) НААН, МПП ім. В. М.

Ремесла, М-во аграр. Політики та прод. України, Укр. Ін-т експертизи сортів рослин. Електронний ресурс: <http://confer.uiesr.sops.gov.ua>, 2023. 150с.

6. Сучасні технології та системи захисту рослин: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю від дня народження видатних учених із захисту рослин – ентомолога, професора Чугуніна Я.В. та фітопатолога, доцента Юганової О.М., 25 травня 2022 р. Херсон: ХДАЕУ, 2022. 98 с.

7. Gismondi, A.; Di Marco, G.; Redi, E.L.; Ferrucci, L.; Cantonetti, M.; Canini, A. The Antimicrobial Activity of *Lavandula angustifolia* Mill. Essential Oil against *Staphylococcus* Species in a Hospital Environment. *J. Herb. Med.* 2021, 26, 100426.

**Лада КАПШИЦЬКА**<sup>34</sup>,  
студентка 3-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### **АМБРОЗІЯ ПОЛИНОЛИСТА (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L.)**

**Анотація.** Ця стаття присвячена вивченню біологічних особливостей амброзії полинолистої, аналізу її поширення в Україні та розробці ефективних методів боротьби з цим бур'яном. Рослина характеризується швидким ростом, високою продуктивністю насіння та здатністю пригнічувати ріст культурних рослин. Розглянуті як агротехнічні, так і хімічні методи боротьби з нею, а також перспективи використання біологічних агентів. У статті проведено детальний аналіз морфологічної будови, фізіологічних процесів, фенології розвитку та генетичного різноманіття популяцій амброзії. Проаналізовано сучасний ареал та фактори, що впливають на його поширення. Наукова новизна дослідження полягає у детальному вивченні популяційної біології амброзії полинолистої в конкретному регіоні, оцінці її економічних збитків та розробці регіональних рекомендацій щодо управління популяціями цього бур'яну.

**Ключові слова.** Амброзія полинолиста, інвазивний вид, бур'ян, сільське господарство, алергія, біологічні особливості, генетичне різноманіття, популяційна біологія, *Ambrosia artemisiifolia*.

**Annotation.** This article is devoted to the study of biological features of ragweed, analysis of its distribution in Ukraine and development of effective methods of controlling this weed. The plant is characterised by rapid growth, high seed production and the ability to inhibit the growth of cultivated plants. Both

---

<sup>34</sup>Науковий керівник: Окрушко С.Є., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

*agrotechnical and chemical control methods will be considered, as well as the prospects for the use of biological agents. The article will provide a detailed analysis of the morphological structure, physiological processes, developmental phenology and genetic diversity of ragweed populations. The current range and factors influencing its spread will be analysed. The scientific novelty of the study lies in a detailed study of the population biology of ragweed in a particular region, assessment of its economic losses and development of regional recommendations for managing populations of this weed.*

**Keywords.** *Ragweed, invasive species, weed, agriculture, allergy, biological characteristics, genetic diversity, population biology, Ambrosia artemisiifolia.*

**Вступ.** Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – це агресивний інвазивний вид, який стрімко поширюється по всьому світі, завдаючи значної шкоди сільському господарству та здоров'ю людини. Ця однорічна рослина родом із Північної Америки відзначається високою адаптивністю до різних екологічних умов, швидким ростом та значною кількістю насіння, яке зберігає життєздатність протягом тривалого часу.

Вона активно конкурує з культурними рослинами за воду, світло та поживні речовини, знижуючи врожаї. Крім того, її пилок – один із найсильніших алергенів, що спричиняє сезонні алергічні реакції у мільйонів українців. Амброзія також змінює природні екосистеми, витісняючи місцеві рослини та збіднюючи біорізноманіття.

Амброзія швидко захоплює нові території, витісняючи місцеві рослини і формуючи монокультури. Бур'ян виснажує ґрунт, забирає вологу та поживні речовини у культурних рослин, знижуючи врожайність.

**Виклад основного матеріалу.** Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – вид отруйних трав'янистих рослин із родини айстрових. Належить до карантинних бур'янів, що завдають великої шкоди не лише сільському господарству, але й несе загрозу здоров'ю людини [1]. За життєвою стратегією – це рудеральний бур'ян, заселяє сади, городи, узбіччя доріг, залізничні насипи, луки, пасовища, пустирі тощо.

Саме цей вид амброзії є однорічником, належить до ранніх ярих бур'янів. Стебло прямостояче, розгалужене, може досягати заввишки до 250 см, має міцну стрижневу кореневу систему, яка може проникати у ґрунт до 4 м [2].

Квіти одностатеві, зібрані роздільностатеві кошики. Чоловічі квітки жовтого кольору, зібрані в кошики по 5-25 квіток діаметром 2-5 мм, утворюють колосоподібне суцвіття розміщене на верхівках гілок.

Жіночі квітки розташовуються в пазухах листків або біля основи чоловічих суцвіть, по 2-3 квітки разом [2]. Кошики, зазвичай, однокіткові. Віночок в жіночих квіток відсутній, квіти знаходяться в обернуто-яйцеподібному оплоді, який при дозріванні твердіє.

Насіння амброзії полинолістої досягає в серпні – листопаді, осипаючись засмічує ґрунт: на окремих ділянках чисельність насінин може досягати 200 млн. шт. на 1 га.

Характерно, що схожість має не тільки дозріле насіння, але, також насіння, у стадії воскової та молочної стиглості. Свіжозібране насіння перебуває в стані первинного спокою і нездатне до проростання, протягом зими воно проходить у ґрунті природну стратифікацію й навесні проростає.



Рис 1. Квіти амброзії полинолистої [3].

Первинний біологічний стан спокою насіння складає 5-6 місяців, а вторинний, від 5-ти до 40 років. Масові сходи *A. artemisiifolia* з'являються в квітні-травні з глибини до 8 см, найбільший відсоток – з глибини 1-4 см при температурі не нижче 6-8°C, щільність яких може становити до 600 і більше рослин на 1 м<sup>2</sup>[4].

В фазі сходів сім'ядольні листки коротко-еліптичні, 7-13 мм в довжину, по краях мають крапчасто-пунктирний малюнок, майже сидячі. Перші справжні листки перисто-роздільні, супротивні, опушені, наступна пара листків - перисто-розсічені. Підсім'ядольна частина стебла потовщена, грязно-пурпурово-плямиста, довжиною до 10-15 мм.

Веgetативний період триває біля 150-170 днів. Спочатку амброзія полинолиста розвивається повільно, від появи сходів до бутонізації проходить 100-120 днів, тоді як від бутонізації до дозрівання насіння 50-60 днів. Цвіте рослина у другій половині літа по жовтень [4].

В південних зонах початок цвітіння припадає на середину липня, північніше цей термін зміщується на початок, або середину серпня.

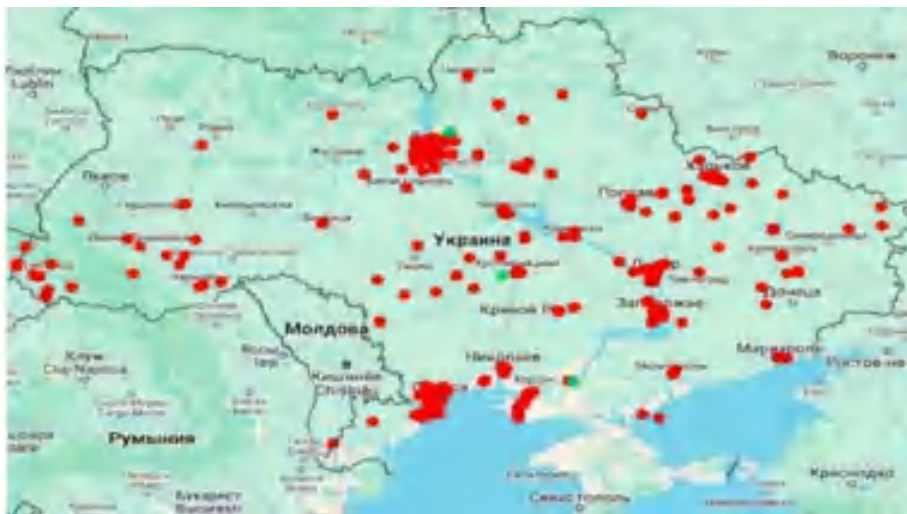
*Ambrosia artemisiifolia* L. Була завезена у Європу у 1893 році. В Україні вперше виявив німецький агроном Кріккер в 1914 році в с. Кудашівка Дніпропетровської області, а в 1925-му бур'ян виявлено на околицях м. Києва.

Масштабного поширення по областях України амброзія набула у 2000-х роках. Станом на 2008 року амброзія полинолиста зареєстрована у 23 областях України, крім Івано-Франківської. Загальна площа зайнята рослиною становить 1 328 377,863 га [5].

У липні 2019 року була створена карта поширення амброзії. Червоним кольором позначено актуальні осередки поширення амброзії полинолистої по всій території України.

Карта поширення амброзії полинолистої в Україні чітко демонструє масштаби проблеми. Найбільша щільність популяцій амброзії спостерігається в центральних областях України, зокрема, у Полтавській, Черкаській,

Кіровоградській областях. Це може бути пов'язано з кліматичними умовами та інтенсивним сільськогосподарським використанням земель.



*Рис 2. Карта поширення амброзії полинолистої 2021-2024 роки [6].*

Також науковцями прогнозується утворення двох нових мікроевгніщ – закарпатського та чернівецького, які поступово об'єднуюватимуться в єдине південно-східне (суцільна зона поширення) макроевгніще [5].

Попри вжиті заходи боротьби, ситуація з амброзією погіршується. Збільшується як кількість осередків, так і щільність рослин у них. Це пов'язано з низкою причин: сприятливі кліматичні умови, відсутність ефективних методів боротьби, недостатня обізнаність населення та недосконалість законодавства. Карантинних заходів, які, на даний момент, застосовує держава замало для стрімкого поширення цього бур'яну.

Внаслідок зниження ведення загальної культури землеробства значно зросла засміченість полів адвентивними й карантинними видами, зокрема значно збільшився рівень поширення амброзії полинолистої на сільськогосподарських угіддях України. Загалом по Україні площа засмічення амброзією полинолистою збільшується, зростає й ареал поширення бур'яну – амброзія поступово займає нові території усіх адміністративних регіонів: у сільській місцевості, на присадибних ділянках, в містах. Найголовніші причини такого збільшення поширення бур'яну є здатність цього виду легко адаптуватися до нових умов та вплив глобального потепління клімату.

Утворюючи велику надземну масу, амброзія полинолиста здатна в польових умовах витіснити і пригнічувати бур'яни та культурні рослини. На утворення 1 т сухої речовини амброзією полинолистою відбирається з ґрунту 950 т води, вдвічі більше за пшеницю, втричі – за кукурудзу, в 4 рази – за сорго. При густоті до 20 рослин на м<sup>2</sup> виноситься з ґрунту 135 кг/га азоту, 40 кг/га фосфору, 157 кг/га калію, що у два-три рази більше ніж пшеницею та кукурудзою [5].

За середньої забур'яненості амброзією урожай соняшнику знижується на 40%, кукурудзи – 35%. При великому забур'яненні полів цим бур'яном це

призводить до повної загибелі культури. Потрапляючи на поля, амброзія впродовж 3–5 років може засмітити всі поля сівозміни, а за відсутності систематичного контролю – і землі господарства. Впродовж 10 років цей бур'ян може поширитися на земельних угіддях у межах одного району.

Висока інвазивність амброзії полиноистої та амброзії голоколосої зумовлена не лише відсутністю природних ворогів, а й їхньою здатністю до швидкого розмноження та виділення алелопатичних речовин. Такі речовини, як хлорогенова, ізохлорогенова кислоти та їхні похідні, пригнічують проростання та ріст інших рослин, створюючи несприятливі умови для їхнього розвитку[5].

Щоб ефективно боротися з цим бур'яном, необхідно застосовувати комплекс заходів.

*Агротехнічні методи* передбачають механічне знищення рослин. Найпопулярнішим з них є лушення стерні і поступове знищення насіння в ґрунті. Амброзія проростає дещо пізніше в порівнянні з якими культурами, а тому досить часто використовують так званий провокаційний метод. Його суть полягає у обробі ґрунту і підвищенні його контакту з насінням амброзії, а вже після її проростання проводять боронування, що повністю знищує рослину.

Високою популярністю користується міжрядковий обробіток, а саме: просапка, розпушування та підгортання. Наслідком даних засобів є пригнічення росту, або і повне відмирання бур'янів у посівах, наприклад, соняшнику.

*Хімічні методи* передбачають використання гербіцидів. Цей метод є досить ефективним, особливо на великих площах, але вимагає обережного застосування, оскільки гербіциди можуть негативно впливати на довкілля та здоров'я людей. Високих результатів дії гербіцидів можна досягти у фазі до 2-4-х справжніх листочків амброзії полиноистої. У більш пізніх фазах розвитку амброзія полинолиста здатна дуже швидко нарощувати фазову резистентність до дії гербіцидів. Тому ефективність їх дії істотно знижується.

*Біологічні методи* полягають у використанні природних ворогів амброзії, таких як комахи. Найбюджетнішим та найдієвішим методом боротьби з амброзією полиноистою міг би стати біологічний метод, адже за допомогою амброзієвої совки та амброзієвого листоїда можна повністю захистити посівні площі від шкодочинності даної рослини. Цьому перешкоджаю єдиний, проте дуже важливий фактор: людина поки не в змозі контролювати процеси популяції комах даного виду. Тож наразі використання біологічних, карантинних, чи агротехнічних засобів не може забезпечити надійний захист рослин від амброзії, а може слугувати лише комплексом допоміжних заходів боротьби з бур'яном. А найбільш доцільним є застосування хімічних засобів захисту боротьби у поєднанні з агротехнікою.

**Висновок.** Амброзія полинолиста – це справжній екологічний та медичний виклик аграріям та людству в цілому. Її швидке поширення, висока адаптивність до різних умов та здатність викликати алергічні реакції роблять цей вид одним з найбільш небезпечних інвазивних рослин у світі. Наслідки поширення амброзії є багатогранними. По-перше, вона завдає значної шкоди сільському господарству, знижуючи врожайність культурних рослин та

виснажуючи ґрунти. По-друге, амброзія є потужним алергеном, що спричиняє у людей різноманітні алергічні реакції, від риніту до бронхіальної астми. Це суттєво погіршує якість життя багатьох людей, особливо в період цвітіння амброзії.

Для ефективної боротьби з амброзією необхідний комплексний підхід, який включає як агротехнічні, так і хімічні та біологічні методи. Важливу роль відіграють також профілактичні заходи, спрямовані на запобігання поширенню насіння амброзії.

Однак, вирішення проблеми амброзії – це не лише завдання фахівців у галузі сільського господарства та екології. Кожен з нас може внести свій вклад у цю справу. Своєчасне скошування амброзії на приватних ділянках, інформування сусідів про небезпеку цього бур'яну, підтримка ініціатив з боротьби з амброзією – все це важливі кроки на шляху до вирішення проблеми.

Держава також повинна приділяти більше уваги цій проблемі. Необхідно розробити та впровадити ефективні програми моніторингу та контролю за поширенням амброзії, фінансувати наукові дослідження нових методів боротьби, а також залучати громадськість до участі в цих заходах.

### Список використаних джерел

1. Амброзія полинолиста  
[URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%8F\\_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%96%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0) (дата звернення: 29.08.2024)
2. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) небезпечний для людини та сільського господарства бур'яну  
[URL:https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/360-ambroziia-polynolysta-ambrosia-artemisiifolia-l-nebezpechnyi-dlia-liudyny-ta-silskoho-hospodars%20tva-burian](https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/360-ambroziia-polynolysta-ambrosia-artemisiifolia-l-nebezpechnyi-dlia-liudyny-ta-silskoho-hospodars%20tva-burian) (дата звернення: 29.08.2024)
3. Амброзія полинолиста : є проблема — є і рішення [URL:https://superagronom.com/articles/366-ambroziya-polinolista-ye-problema-ye-i-rishennya-efektivni-zahodi-borotbi](https://superagronom.com/articles/366-ambroziya-polinolista-ye-problema-ye-i-rishennya-efektivni-zahodi-borotbi) (дата звернення: 29.08.2024)
4. Стоп амброзія  
[URL:file:///C:/Users/user/Downloads/Stop%20Ambrosia booklet 2022.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Stop%20Ambrosia%20booklet%202022.pdf) (дата звернення: 30.08.2024)
5. Важливо знати про амброзію.  
[URL:https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/71-vazhlyvo-znaty](https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/71-vazhlyvo-znaty) (дата звернення: 30.08.2024)
6. Амброзії нет  
[URL:https://ambrozii.net/](https://ambrozii.net/)(дата звернення: 3.09.2024)



**Максим КОЛЕСНИК<sup>35</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В УМОВАХ ТУЛЬЧИНСЬКОГО РАЙОНУ**

***Анотація.** У статті описано сучасні технології вирощування цукрового буряка, які сприяють підвищенню врожайності, покращенню якості продукції та оптимізації процесу вирощування. Описані методи включають вибір оптимальних сортів та гібридів, підготовку ґрунту, використання точного зрошення, застосування пестицидів та гербіцидів, а також моніторинг та аналіз стану посівів. Висвітлено переваги використання сучасних технологій у вирощуванні цукрового буряка та їхній внесок у стале розвиток сільськогосподарського сектору.*

***Annotation.** The article describes modern technologies of sugar beet cultivation of sugar beet, which contribute to increasing the yield, improving the quality of and optimisation of the growing process. The described methods include the selection of of optimal varieties and hybrids, soil preparation, use of precision irrigation, application of pesticides and herbicides, as well as monitoring and analysis of of crops. The advantages of using modern technologies in sugar beet cultivation and their contribution to the sustainable evelopment of the agricultural sector and their contribution to sustainable development*

***Вступ.** Цукровий буряк – молода технічна культура, яка є цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур, що підвищує продуктивність польових сівозмін. Термін "цукровий буряк" виник лише у 1830 році, у період коли збільшились площі посівів та розпочались будівництва цукрових заводів. У світі виробництво цукру перевищує 168 млн тонн, із яких близько 69% отримують з цукрової тростини та 31% з цукрового буряка.*

Найбільші посівні площі буряка зосереджені в Україні, Франції, США, Польщі, Англії, Бельгії, Угорщині. Площі посівів буряку у світі становлять 8 млн га, з них 18% розміщувалося в Україні. Найбільше вирощують цукровий буряк у Вінницькій, Київській, Харківській, Тернопільській областях (табл. 1). [1, 2].

---

<sup>35</sup>Науковий керівник: Поліщук М.І., к.с-г. н., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ



Мал. 1. Коренеплід цукрового буряку

**Виклад основного матеріалу.** За існуючою класифікацією всі форми буряків (дикі й культурні, однорічні, дворічні та багаторічні) об'єднують в один ботанічний рід – буряки, який належить до родини лободових і налічує 14 диких і один культурний вид (за даними інтернет-сайту agrosience.com.ua). У процесі еволюції видів роду утворилися 3 природні групи – секції: канарські (3 види), гірські (6 видів), звичайні (6 видів). До останньої належить відібраний і сформований людиною збірний вид, який об'єднує такі підвиди:

Таблиця 1

Валовий збір цукрового буряку за регіонами, тис. т

Область	1995р.	2000р.	2001р.	2002р.	2003р.
Вінницька	3981	1916	1911	2069	1728
Київська	2565	1216	1770	1820	1528
Харківська	2510	1117	1170	1087	1221
Тернопільська	2011	1202	1572	1204	1102
Одеська	524	214	272	248	224
Полтавська	2711	975	1120	1115	1033
Черкаська	2634	860	988	1005	859

1. *Beta cicla* – листові буряки з трьома групами різновидностей (листові салатні – *convar vulgarly*, черешкові салатні – *convar petiolata*, гібридні черешкові декоративні – *convarvar ioecila*);

2. *Beta crassa* – коренеплідні буряки з трьома групами різновидностей (столові – *convarcruenfa*, кормові – *convar crassa*, цукрові – *convar sacchariferae*, а з однонасінною формою – *convar monospermd*).

Таким чином, цукровий буряк належить до родини лободових . Крім цукрового буряку, до цього виду належать буряк кормовий, буряк столовий і буряк листяний [2, 3].

**Підготовка ґрунту до посіву.** Для класичного основного обробітку ґрунту під цукрові буряки використовуються дві головні технологічні схеми: напівпарова та поліпшена. Вони обидві дають майже однакові результати у підготовці ґрунту.

Напівпарова схема передбачає виконання луцення на глибину 8-10 см в два сліди відразу після збирання попередньої культури. Після 2-3 тижнів проводиться глибока оранка на глибину 30-32 см за допомогою агрегату з котками і боронами. У випадку дощів і проростання бур'янів виконуються 2-3 культивуації з боронуванням. Напередодні замерзання ґрунту проводиться його безвідвальне розпушування (і вирівнювання) на глибину 16-18 см.

Основні моменти при застосуванні оранки:

- Контролювати подрібнення соломи комбайном.
- Пружинна борона після збирання є ефективним засобом розподілу соломи.
- Дискування/культивуація на глибину 10-15 см для перемішування соломи та стерні з ґрунтом.
- Після дискування та удобрення можна проводити оранку, контролюючи візуально (лопатою) якість перемішування ґрунту і соломи.
- Оранку проводити лише за нормальної вологості ґрунту при досягненні фізичної стиглості [4].

**Вимоги до температури.** Насіння цукрового буряку починає проростати за температури ґрунту 4–5 °С, але сходи з'являються лише через 20–22 дні. Життєздатні сходи з'являються при 6–7°С. За температури 10–12 °С сходи з'являються через 12–14 днів, а за 15–17 °С – через 7– 8 днів. У фазі вилички рослини чутливі до приморозків і можуть пошкоджуватися при -3–4 °С. З появою першої пари справжніх листків сходи можуть витримувати зниження температури до -8 °С (Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур, 2004). Восени перед збиранням рослини можуть витримувати приморозки -5 °С. За температури нижче 6–8 °С накопичення цукру в коренеплодах припиняється. Зібрані та неприкриті коренеплоди пошкоджуються за температури -2 °С. Незважаючи на здатність переносити приморозки, буряк є досить теплолюбною культурою. Оптимальна температура для росту і розвитку рослин становить 20–22 °С. Зниження температури сповільнює ріст. Рослинам першого року вегетації необхідна сума позитивних температур 2400–2800 °С [4].

**Вимоги до вологи.** Цукровий буряк вимогливий до вологи, починаючи з перших днів життєдіяльності. Для бубнявіння і проростання насіння вбирає 150–170 % води від маси клубочка. Цукровий буряк економно витрачає воду. Транспіраційний коефіцієнт коливається від 240 до 400. Проте у зв'язку з формуванням значної кількості сухої органічної речовини врожаю загальна витрата води з 1 га велика. Для утворення 1 т коренеплодів і такої ж кількості гички за врожайності 40–50 т/га витрачається майже 80 т води. Найбільше води потрібно під час інтенсивного росту коренеплодів, у липні – серпні. Нестача води в цей період призводить до зниження врожайності й збільшення вмісту азоту в коренеплодах. Використовуючи вологу з глибших горизонтів ґрунту, цукровий буряк витримує тривалий період без дощу і може ефективно використовувати пізні літні опади. У дощові з хмарною погодою роки цукристість коренеплодів зменшується [4].

**Вимоги до ґрунту.** Культура дуже вимоглива до родючості ґрунту. Найкраще росте на родючих, глибоких, багатих органічною речовиною ґрунтах: чорноземи, темно-сірі опідзолені, дерново-лучні. Нижчий урожай формується на сірих та світло-сірих опідзолених ґрунтах. За механічним складом кращі суглинкові ґрунти. На бідних піщаних і дуже важких глинистих розвивається погано. Орний шар ґрунту повинен становити не менше 25 см. Переушілення ґрунту і утворення плужної підшви знижує врожайність і призводить до роздвоєння коренеплодів. Цукровий буряк не витримує високої кислотності, добре реагує на вапнування ґрунтів. На кислих ґрунтах знижується засвоєння магнію і фосфору, зростає негативний вплив вільних іонів алюмінію. Оптимальна кислотність – рН 6,5– 7,5. Цукровий буряк належить до солестійких культур. Його використовують для розсолення ґрунту [4].

**Вимоги до світла.** Цукровий буряк – вимоглива до світла рослина довгого дня. Інтенсивність нагромадження цукру в коренеплодах залежить від кількості сонячних днів у другій половині вегетації (серпень, вересень). Чим вища освітленість, тим краще проходить синтез вуглеводів. Зменшення освітленості різко знижує врожайність і цукристість коренеплодів. Такі умови можуть виникнути при загущенні рослин або при сильному забур'яненні посівів. Похмура погода спричинює збільшення вмісту низькомолекулярних азотистих сполук, що погіршує технологічну якість коренеплодів, зменшує вміст цукру.

*Важливість елементів живлення при вирощуванні цукрового буряку.*

**Азот (N)** є ключовим елементом живлення, який впливає на формування врожайності коренеплодів. Для цукрового буряку, азот з ґрунту доступний у формах аміаку, нітратів та амідів. Збільшення дози азотних добрив сприяє зростанню врожайності коренеплодів, але водночас знижує вміст цукру і призводить до значного накопичення амідного азоту. У випадках нестачі Азоту рослини відстають у рості, листки набувають світло-зеленого, хлоротичного, кольору (хлороз), а сім'ядолі стають жовтими. Нижні листки відмирають навіть при достатньому забезпеченні вологою.

**Фосфор (P)** відіграє важливу роль у процесах фотосинтезу. Рослини зазвичай засвоюють його з ґрунту, переважно у формі вищого окислу  $P_2O_5$  або іону ортофосфорної кислоти. Важливим для фосфору є його гарне змішування з орним шаром, оскільки він майже нерухомий в ґрунті.

Дифіцит фосфору часто спостерігається у молодих рослин. Це призводить до сповільнення росту сходів і жовтіння сім'ядолі. Рослини при цьому надмірно засвоюють азот, що веде до жовтіння листків і коричневого забарвлення жилок.

**Кальцій (Ca)**, знижує здатність до зволоження та зменшує обсяг води в тканинах рослин. Дефіцит кальцію часто стає помітним у другій половині вегетаційного періоду, коли старі листки починають зморщуватися. Ознаки дефіциту кальцію включають опіки на кінцях листків та хлороз і некроз у центральній частині [5].

**Спосіб посіву**

Основний спосіб посіву – точковий, з міжряддям 45 см; дуже важливо сіяти прямо. Використовуються наступні сівалки:

1. Механічні сівалки: STT-12B, STT-12V, STT-18V.
2. Пневматичні сівалки точного висіву: СТВТ-12, СУПК-12А, УПС-12



*Мал. 2. Цукровий буряк в ґрунтовому розрізі.*

Техніка для вирощування цукрових буряків має відстань міжряддя 45 см. Зміна цієї відстані може призвести до перерізання міжрядь між гребенями, що спричиняє розпушування та втрати коренеплодів при збиранні врожаю. Глибина посіву на високоокультурених полях з якісною підготовкою ґрунту та достатнім зволоженням повинна становити 2-3 см, а в нестабільних і недостатньо зволжених умовах – 3-4 см. Посів на глибину більше 4 см знижує схожість і полегшує польову схожість. Насіння не сходять при посіві в сухі, дуже пухкі шари ґрунту [5].

**Збирання цукрових буряків.** Наростання маси коренеплодів і підвищення цукристості триває у вересні, жовтні й за теплої погоди, навіть у листопаді. Раннє збирання зменшує вихід цукру з гектара, пізніше пов'язане з втратами врожаю внаслідок несприятливих погодних умов – тривалі дощі, сніг, морози. У вересні врожайність зростає на 15–30 %, цукристість – на 1,4–1,8 %. Строки збирання коренеплодів необхідно встановлювати залежно від площі, забезпечення механізмами з таким розрахунком, щоб збиральні роботи завершити до кінця жовтня [3-5].

**Висновок.** Підвищення ефективності виробництва цукрових буряків та цукру можливе шляхом зниження собівартості й збереження оптимального рівня ціни для рентабельного виробництва, розв'язання проблеми забезпечення виробників матеріально-технічними ресурсами та диверсифікації виробництва продукції, що потребує певної державної підтримки товаровиробників галузі.

### **Список використаної літератури**

1. Технології вирощування цукрових буряків. ТОВ «Сингента», 2014. 100 с.
2. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е видання виправлене. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
3. Городецький О.С., Качан Л.М., Вахній С.П., Хахула В.С.; Технічні культури: навч. Посібник. За ред. О.С. Городецького. Біла Церква, 2018. 288 с.

4. Зіменко А. Гірка доля солодкого цукру. URL: <http://news.finance.ua/ua/news/-/360702/girka-dolyasolodkogo-tsukru> (дата звернення: 17.08.2024 р.).

5. Бондар В.П. Про прибутковість вирощування цукрових буряків. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-352siogodni/279-pro-prybutkovist-vyroschuvannia-tsukrovykh-buriakiv.html> (дата звернення: 16.08.2024 р.).

**Тетяна КОРНІЙЧУК<sup>36</sup>,**  
студентка б1-А групи,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **НЕТРАДИЦІЙНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ КУЛЬТУРИ ВІННИЧИНИ**

***Анотація.** Вінницька область характеризується регулярною появою нетрадиційних культур. Ця сільськогосподарська революція відображає значні зміни в місцевому сільському господарстві, на які часто впливають такі фактори, як зміна клімату, технологічний прогрес і потреби бізнесу. Фермери Вінницької області шукають культури, які є більш довговічними та адаптуються до місцевих умов, допомагаючи підвищити продуктивність сільського господарства в регіоні. Перехід на нетрадиційні культури може створити нові робочі місця та сприяти зміцненню сільськогосподарської сфери Вінницької області, дозволяючи більш ефективно використовувати сільськогосподарські ресурси. До цих культур належать борщівник Сосновського, спориш Вейриха, сільфія пронизаноліста, рапонтик (маралячий корінь), живокіст шорсткий та ін. Про них багато написано, вони є в колекціях більшості сільськогосподарських дослідних станцій, але їх насінництво не налагоджено. Усі ці рослини переважно пізнього осіннього строку сівби. Щоправда, після стратифікації насіння можна мати сходи і весною, проте не завжди: насіння може починати проростати ще у сховищі і стати непридатним до висівання. Ще одна особливість цих культур, виявлена в Лісостепу, — їх пізньовесняне проростання навіть у разі підзимньої сівби. Це дезорієнтує агронома, бо створюється враження, що насіння не перезимувало або втратило схожість. Разом із тим, коли ранні ярі суміші і навіть кукурудза вегетують, багаторічники повільно сходять (на місяць пізніше від ранніх ярих) і в перший рік часто нарощують загалом незначну масу. Краще сходять і вегетують у перший рік сільфія пронизаноліста. Проте в подальшому всі ці культури регулярно дають високі врожаї і вегетують тривалий час.*

---

<sup>36</sup>Науковий керівник: Поліщук М.І., канд. с.-г. н. доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

**Abstract.** *The Vinnytsia region is characterized by the regular emergence of non-traditional crops. This agricultural revolution reflects significant changes in local agriculture, often influenced by factors such as climate change, technological advancement and business needs. Farmers in the Vinnytsia region are looking for crops that are more durable and adapt to local conditions, helping to increase agricultural productivity in the region. The switch to non-traditional crops can create job opportunities and help strengthen the agricultural sphere of the Vinnytsia region, allowing more efficient use of agricultural resources. These crops include Sosnovsky's hogweed, Weyrich's knotweed, pierced-leaved sylph, rapontic (maral root), rough comfrey, etc. Much has been written about them, they are in the collections of most agricultural research stations, but their seed production has not been established. All of these plants are mostly sown in late autumn. However, after stratification, the seeds can germinate in spring, but not always: the seeds can start germinating in the storage and become unsuitable for sowing. Another peculiarity of these crops found in the Forest-Steppe is their late spring germination, even in the case of winter sowing. This is disorientating for agronomists, as it gives the impression that the seeds have not overwintered or have lost their germination. At the same time, when early spring mixtures and even corn are vegetative, perennials germinate slowly (a month later than early spring crops) and often grow only a small amount of weight in the first year. The first year of germination and vegetation is better for the pierced-leaf sylph. However, in the future, all of these crops regularly produce high yields and grow for a long time.*

**Вступ.** Сільське господарство в Вінницькій області незабаром стане ще динамічнішим і буде зростати. У регіоні традиційно домінували такі культури, як кукурудза та рис, але зі стрімкою появою нетрадиційних культур сільське господарство в регіоні кардинально змінилося. Зміна клімату, технологічні розробки та розвиток аграрного сектору формують ці зміни, прокладаючи шлях до майбутнього сільського господарства. Вінницька область перебуває в пошуку нетрадиційних культур, які роблять її ґрунт родючим для щастя і здатності трансформувати сільське господарство.

**Виклад основного матеріалу.** Упровадження у виробництво малопоширених культур, що характеризуються високою врожайністю, стійкі до несприятливих умов середовища, шкідників і хвороб, є одним із джерел збільшення обсягу виробництва кормів і зміцнення кормової бази. Серед кормових культур великий інтерес викликають такі культури, як сільфіяпронизанолиста, козлятник східний, амарант, мальва силосна, суріпиця озима, редька олійна [1, 2].

Вінницька область знаходиться в центрі України і має різноманітне розташування та кліматичні умови, придатні для розвитку сільського господарства. Область розташована в помірній кліматичній зоні з чудовим розташуванням і родючими ґрунтами, переважно чорноземами, які дуже добре підходять для вирощування різних сільськогосподарських культур. Регіон

також є витоком річки Південний Буг, важливого джерела води для зрошення сільськогосподарських угідь. Таке географічне розмаїття дає вінницьким фермерам можливість спробувати різні культури відповідно до конкретних умов. Фермери планують свою діяльність відповідно до погоди та таких важливих періодів, як підготовка ґрунту навесні, посадка навесні та збирання врожаю восени. Розуміння цих сезонних змін є важливим для повного використання сільськогосподарських ресурсів регіону [3].

Розвиток Вінницької області з точки зору нетрадиційних культур можна побачити у сміливому впровадженні багатьох інших культур, які виходять за рамки традиційних методів ведення сільського господарства. Конкретні приклади включають вирощування таких культур, як лобода, соя та бобові на заміну традиційним культурам. Ці варіанти були обрані для адаптації до специфічних умов регіону і демонструють прихильність до інновацій та різноманітності в аграрному секторі. Поява нетрадиційних культур підтримується місцевими лідерами та значною підтримкою. Програми досліджень і розробок також оцінюють потенціал і переваги альтернативних культур. Місцеві сільськогосподарські організації співпрацюють з дослідницькими центрами для проведення пілотних проєктів, щоб продемонструвати економічні та екологічні переваги такого переходу. У той же час уряд надає підтримку фермерам через фінансову допомогу, сприяння диверсифікації сільськогосподарських культур та технічну підготовку, щоб навчити їх новим методам ведення сільського господарства. Таке партнерство полегшує перехід на нетрадиційні культури, одночасно зменшуючи фінансові ризики, пов'язані з впровадженням нових сільськогосподарських практик. Зіткнувшись зі зміною клімату та потребами економіки, багато фермерів скористалися можливістю впроваджувати інновації. Їхні обов'язки виходять за рамки впровадження нових культур, таких як збір даних про врожайність, забезпечення зворотного зв'язку щодо рослинництва та розповсюдження інформації серед місцевих фермерських спільнот. Готовність експериментувати та змінювати сільськогосподарські практики на основі отриманих результатів свідчить про підприємницький дух фермерів, тому вони є важливими для цих змін. Їх адаптивність та досвід не тільки привели до успіху сільського господарства, але й призвели до об'єднання Вінницької області з більшою чутливістю та стабільністю до сільськогосподарських стандартів [4].

Перехід до нетрадиційних культур на Вінниччині – це не лише виклик у державі; традиційні та культурні практики відіграють важливу роль. Традиційні сільськогосподарські практики предків увійшли в місцеву культуру. Фермери, які використовують традиційні методи, можуть зіткнутися з природним опором змінам через страх перед невідомим і повагу до традицій предків. Цей культурний захист також проявляється в суспільстві, де соціальні та культурні норми можуть перешкоджати прийняттю нетрадиційних культур. Нелояльність до минулих успішних практик може бути згубною для нових практик. Проблеми з передачею знань, такі як необхідність навчання фермерів новим методам, є додатковими проблемами, що створюють ставлення, яке часто є



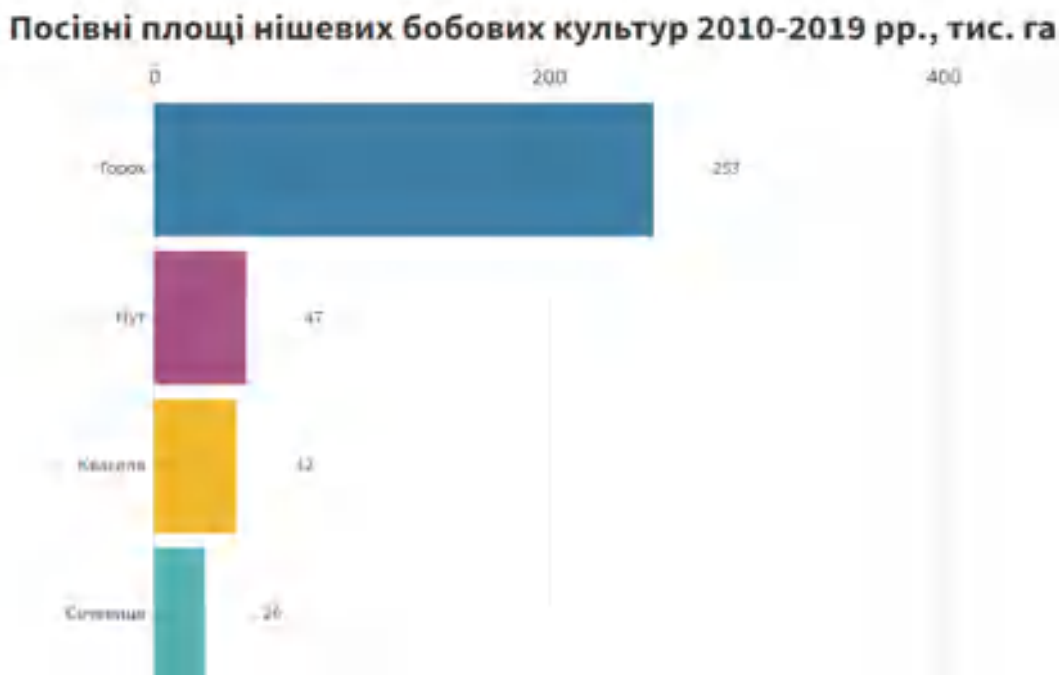
деструктивним. Для подолання традиційного опору слід використовувати промоційні програми, щоб розвіяти хибні уявлення та продемонструвати реальні переваги нетрадиційних культур. Важливу роль у роз'ясненні може відіграти співпраця з лідерами думок із сільськогосподарської спільноти. Вирішення цих культурних проблем шляхом розуміння і вирішення економічних та екологічних переваг нових практик може стати основою для переходу до більш різноманітних, гігієнічних і корисних продуктів [2, 5].

Впровадження нетрадиційних культур у Вінницькій області також приносить значні виклики в управлінні ризиками, що виникають у зв'язку з цими новими практиками. Ці ризики включають невизначеність бізнес-середовища та необхідність пошуку шляхів підвищення стійкості та прибутковості фермерських господарств. Хоча кліматичні умови загалом сприятливі, вони також є джерелом невизначеності. Нові культури можуть бути більш чутливими до невеликих змін температури та опадів, і потребують ретельного управління, щоб мінімізувати ризики, пов'язані зі зміною клімату. Фермери повинні бути готовими до цього, правильно використовувати воду, звертати увагу на погоду і коригувати стратегію посіву відповідно до мінливих погодних умов. Ринки нетрадиційних культур можуть бути більш волатильними і менш передбачуваними, ніж ринки традиційних культур. Попит на ці нові культури може змінюватися під впливом таких факторів, як пропозиція продовольства, зміни в державній політиці або глобальні події. Фермери повинні мати можливість диверсифікувати свої доходи та швидко адаптуватися до змін в економіці, щоб зменшити ризики, пов'язані з економічними змінами. Впровадження нових культур може вимагати використання нових сільськогосподарських технологій, які можуть спричинити сільськогосподарські ризики. Може знадобитися коригування управління посівами, вибір відповідного насіння та використання специфічних сільськогосподарських практик. Регулярне навчання фермерів та доступ до підтримки є важливими для зменшення ризиків, пов'язаних з використанням нових методів ведення сільського господарства. Для зменшення цих ризиків можуть бути впроваджені фінансові механізми, такі як сільськогосподарське страхування та субсидії. Ці інструменти дозволяють фермерам з більшою впевненістю випробовувати нові культури, забезпечуючи фінансовий захист від втрат через кліматичні або економічні зміни [2, 6].

Нижче показано руйнування нішевої імпульсної зони Вінницької області. Завдяки своїм сільськогосподарським та екологічним перевагам нішеві бобові культури стали ключовими для сучасного сільського господарства. З цим продуктом також можуть бути пов'язані передбачувані економічні та екологічні наслідки, пов'язані з цим продуктом.

За останні десять сезонів у Вінницькій області відбулися значні зміни в структурі посівних площ, з особливим акцентом на нішеві бобові культури. Аналіз сільськогосподарських даних за період 2010-2019 рр. дозволяє виявити деякі помітні тенденції, зокрема постійне збільшення площ, відведених під

вирощування бобових культур. З 2010 року до попереднього сезону площа, відведена під квасолю, значно зросла – з 22 000 га до вражаючих 42 000 га.



*Рис 1. Площі нішевих культур*

Таке значне розширення свідчить про зростаючий інтерес фермерів до цієї культури протягом останнього десятиліття. Однак у сегменті інших нішевих бобових культур спостерігається розбіжність тенденцій. У той час як нут за останні роки набув популярності, посівні площі гороху значно скоротилися. Ці останні дані свідчать про зміну динаміки в сільськогосподарському ландшафті регіону, що може вплинути на структуру споживання, прибутковість фермерських господарств та диверсифікацію сільськогосподарських культур. Уважно проаналізувавши ці зміни, необхідно зробити обґрунтовані висновки щодо факторів, які лежать в основі цих змін, незалежно від того, чи пов'язані вони з ринковими вимогами, кліматичними змінами або іншими факторами впливу [7].

**Висновки.** Поглиблене дослідження нетрадиційних культур у Вінницькій області розкриває динаміку розвитку сільського господарства та висвітлює основні тенденції, що формують майбутнє сектору. Вінницька область знаходиться на шляху до диверсифікації сільського господарства. Зростаюче поглинання нетрадиційних культур відображає бажання дослідити нові можливості на додаток до традиційних культур, таких як кукурудза та пшениця. Така диверсифікація має важливе значення для підвищення стійкості сільськогосподарського сектору до кліматичних викликів та ринкових коливань. Вибір нетрадиційних культур відображає розумну адаптацію до специфічних умов регіону. Фермери Вінниччини усвідомлюють постійні зміни клімату і шукають більш стійкі альтернативи, які краще пристосовані до навколишнього середовища. Ця стратегія демонструє, що вони глибоко

розуміють місцеві сільськогосподарські нюанси та необхідність адаптації до більш сталих практик. Вінницька область прагне до сільськогосподарського майбутнього, що характеризується різноманітністю та сталістю.

### Список використаних джерел

1. С. Чипляка, О. Гайденко. Нетрадиційні кормові культури завойовують увагу фермерів. *Агрономія сьогодні*. 2021. <https://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/21102-netraditsijni-kormovi-kulturi-zavojovuyut-uvagu-fermeriv.html> (дата звернення 2.05.24).
2. А. ГусароваНові, малопоширені та нетрадиційні бобові культури в Україні. *Агроексперт*. 2020. <https://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/21102-netraditsijni-kormovi-kulturi-zavojovuyut-uvagu-fermeriv.html>
3. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти. [https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/12/tezy-malynka-15-11-2022\\_compressed.pdf](https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/12/tezy-malynka-15-11-2022_compressed.pdf) (дата звернення 01.05.2024)
4. Нетрадиційні кормові культури. <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7fd92f38-061a-450b-ac71-ae61ef5b83e2/content>(дата звернення 02.06.2024)
5. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур. [https://sops.gov.ua/uploads/news/2023-05-09\\_RMV/2023-05-09\\_RMV.pdf](https://sops.gov.ua/uploads/news/2023-05-09_RMV/2023-05-09_RMV.pdf) (дата звернення 03.07.2024)
6. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. [https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5\\_sait.pdf](https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf)(дата звернення 05.07.2024)
7. Посівні площі основних сільськогосподарських культур за 2010-2019 роки. <https://superagronom.com/blog/657-posivni-ploschi-osnovnih-silskogospodarskih-kultur-za-2010-2019-roki> (дата звернення 05.07.2024)

Дмитро МАЙДАНОВ<sup>37</sup>,  
студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ЗАХОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ

*Анотація.* У статті розглядається підходи до відновлення та підвищення родючості ґрунту у зв'язку з війною і деградацією ґрунту внаслідок інтенсивного обробітку та надмірної хімізації при вирощуванні сільськогосподарських культур. Використання земельних ресурсів країни у

<sup>37</sup>Науковий керівник: Шкатула Ю.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

зонах військової дії і техногенезу потребує оцінки стану ґрунтового покриву, проведення заходів із попередження, усунення явищ його деградації, пов'язаних із забрудненням, відновленням продуктивності ґрунтів, а також консервації на певний період. Для ефективної роботи потрібний правдивий інформаційний супровід, розробка методичних і законодавчих актів щодо пріоритетних завдань та заходів щодо відновлення і поліпшення ґрунтового покриву України.

**Ключові слова:** ґрунт, антропогенний вплив, забруднення, гумус, відновлення.

**Annotation.** *In the article examined going near renewal and fertility-improving of soil in connection with war and degradation of soil as a result of intensive till and excessive ximizaції at growing of agricultural cultures. Use of the landed resources of country in zones military needs actions and technogenesis estimations of the state of the ground cover, realization of measures from warning, removal of the phenomena of his degradation, related to contamination, proceeding in the productivity of soils, and also canning, on a certain period. For effective work truthful informative accompaniment is needed, development of methodical and legislative acts in relation to foreground jobs and measures in relation to renewal and improvement of the ground cover*

**Keywords:** *soil, anthropogenic influence, contamination, humus, renewal.*

**Вступ.** Сучасний стан ґрунтового покриву в Україні викликає стурбованість. Збільшення площ деградованих ґрунтів в наслідок війни, забрудненість, погіршення їх якісного стану змушує науковців порушувати на найвищому політичному рівні питання щодо охорони і раціонального використання ґрунтового покриву, відновлення їх до попереднього стану, збільшення їх родючості. Ґрунт є одним із важливих середовищ, яке зазнає суттєвого антропогенного впливу. Накопичення токсичних речовин у ґрунті призводить до їх різкого погіршення, не спроможності задіяти у сільському господарстві для вирощування сільськогосподарських рослин.

Важливість ґрунту для людства очевидна, вона визначена і текстами, які дійшли до нас від стародавніх цивілізацій, і сучасним фундаментальними документами, такими як декларації ООН та конституцій окремих країн, зокрема і Конституцією України [1].

Щоб забезпечити якісне управління процесами експлуатації ґрунтових ресурсів, їх відновлення в наслідок руйнації у результаті війни, правильне науково-обґрунтоване використання, необхідні нові інструменти для оцінки його ефективності.

**Виклад основного матеріалу.** Однією з найважливіших властивостей ґрунту є родючість, яка формується в процесі ґрунтоутворення й характеризується сукупністю всіх його показників. Оптимальні умови росту і розвитку рослин забезпечуються за рахунок комплексу властивостей ґрунту: фізичних, фізико-хімічних, біологічних і агрохімічних [2].

Ґрунти є джерелом елементів живлення, води і кисню, утримують кореневу систему рослин. Ґрунт є середовищем проживання цілого ряду мікроорганізмів, які допомагають боротися з хворобами рослин, комахами-шкідниками і бур'янами. Вони створюють корисні симбіотичні зв'язки з корінням рослин, переробляють необхідні рослинам поживні елементи, покращують структуру ґрунтів, що, своєю чергою, підвищує їхню здатність утримувати вологу і зберігати елементи живлення та, відповідно, сприяє зростанню врожайності сільськогосподарських культур.

За умови раціонального науково обґрунтованого використання земельних ресурсів, Україна може бути одним із безперечних світових лідерів у виробництві високоякісних продуктів харчування. Проте рівень використання сільськогосподарських угідь досі значно нижчий, ніж у країнах Європейського Союзу. Насамперед, це зумовлено надмірною розораністю земельного фонду, недотриманням сучасних систем землеробства, ігноруванням агрономічних норм землекористування і агроекології, відсутністю належної системи управління процесами родючості ґрунтів, що спричиняє розвиток деградаційних процесів.

Антропогенна деградація ґрунту обумовлена діяльністю людини, яка супроводжуються частковою або повною здатністю втрати родючості ґрунту і є основною причиною його погіршення. Втрата родючості ґрунту може бути частково відновлена. Проте ліквідація ґрунту є незворотним явищем, яке призводить до втрати стійкості та загибелі ландшафту в цілому.

Раціональне використання ґрунтів України має бути забезпечене належним інформаційним супроводом, який обов'язково містить номенклатуру ґрунтів як складову частину їх національної класифікації. Вимоги сьогодення, зокрема й війна, зумовлюють необхідність удосконалення класифікації і її гармонізації з міжнародними системами для поглиблення співпраці із зарубіжними дослідниками [3].

Використання земельних ресурсів країни у зонах військовий дій і техногенезу потребує оцінки стану ґрунтового покриву, проведення заходів із попередження, усунення явищ його деградації, пов'язаних з забрудненням, відновлення продуктивності ґрунтів, а також консервації на певний період у зв'язку із проведенням розмінування, очищенням від техногенних і військових залишків зброї, вирівнюванням території від руйнації внаслідок вибухів ракет, снарядів, авіабомб. Війна прискорює процес знищення верхнього родючого шару ґрунту.

Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається внаслідок аварій, бойових дій, пошкоджень військової техніки та паливно-мастильних складів. Внаслідок цього змінюється функціонування ґрунтового режиму, гинуть ґрунтові мікроорганізми, погіршується водний і повітряний режими.

Вибухи ракет і снарядів, це пряме попадання низки токсичних сполук у ґрунт. За даними науковців під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюються чадний газ, вуглекислий газ, водяна пара, закис азоту, діоксид

азоту, формальдегід, пари ціанистої кислоти, азот, а також велика кількість токсичної органіки. Грунтознавці відзначають систематичне перевищення в 6-8 разів показників ртуті, цинку та кадмію. На місцях обстрілів фіксують високий вміст міді, нікелю, свинцю, фосфору та барію [4].

Відновлення деградованих, малопродуктивних ґрунтів можливе шляхом обробок мікроорганізмами, які розкладають і нейтралізують токсичні речовини. Заорювати вирви і обробляти всю ділянку мікроорганізмами, які розкладають токсичні речовини і висівати рослини-фіторемедіанти, для того, щоб витягти ці токсичні речовини.

Велика увага науковців спрямована на розробку методичних шляхів і законодавчих актів щодо відновлення ґрунтового покриву України. Зокрема, мінприроди наказом від 04.04.2022 р. № 167 затвердило Методику визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану. Факти забруднення ґрунтів та/або засмічення земель, а також їх масштаби зможуть встановлювати уповноважені особи, які здійснюють у межах повноважень, передбачених законом, державний нагляд (контроль) за додержанням вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища, зокрема, але не виключно, шляхом: огляду земельних ділянок; даних дистанційного зондування землі; досліджень отриманих зразків проб ґрунтів, опрацювань висновків будь-яких експертиз; пояснень, довідок, документів, матеріалів, відомостей, отриманих, зокрема, з будь-яких джерел, оперативних повідомлень фізичних та юридичних осіб тощо [5].

Академік НААН С.А. Балюк визначив стратегічні пріоритетні завдання та заходи щодо відновлення ґрунтового покриву України та родючості ґрунтів на загальнодержавному, регіональному рівнях та на рівні територіальних громад, зокрема:

- створення та впровадження системи моніторингу ґрунтового покриву країни в кооперації з Європейською ґрунтовою обсерваторією (EUSO) і поєднанні з агрохімічною паспортизацією земельних ділянок для подальшого інтегрування в систему ґрунтового моніторингу ЄС;

- удосконалення законодавчого та нормативно-правового забезпечення охорони ґрунтів та його гармонізація з європейським ґрунтовим законодавством;

- законодавче закріплення проєктів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозмін і впорядкування угідь;

- поліпшення інформаційного забезпечення у сфері охорони та менеджменту ґрунтів шляхом формування баз ґрунтових даних і автоматизованих цифрових технологій;

- внесення змін та доповнень до проєкту Стратегії розвитку галузі землеробства України до 2030 року щодо надання екосистемних послуг ґрунтами, ґрунтово-інформаційного забезпечення диференціації агротехнологій і заходів з охорони ґрунтів у землеробстві та агрохімічне забезпечення цієї галузі;

- використання міжнародного досвіду природо-грунтоохоронної діяльності та землекористування на територіях, де відбувалися бойові дії;
- врахування результатів обстеження пошкоджених унаслідок бойових дій ґрунтових ресурсів України у підготовці Доповіді FAO про стан ґрунтових ресурсів світу (2025);
- актуалізування наукових досліджень з відновлення деградованих ґрунтів [6].

Таким чином, провідні фахівці із ґрунтознавстварозробляють і шукають варіанти відновлення деградованих і постраждалих ґрунтів.

**Висновок.** Ґрунт є одним із важливих середовищ, яке зазнає суттєвого антропогенного впливу зв'язку з війною і шляхом надмірного обробітку та хімізації при вирощуванні сільськогосподарських культур. Тому відновлення тарациональне використання ґрунтів України має бути забезпечене належним інформаційним супроводом, розробкою методичних і законодавчих актів щодопріоритетних завдань та заходів щодо поліпшення ґрунтового покриву України.

### Список використаних джерел

1. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
2. Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Борис Н.Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.
3. Соловей В.Б., Лебедь В.В. Методичні основи порівняння національної номенклатури ґрунтів з міжнародною системою WRB. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 5 (854). С. 15–23.
4. Війна в Україні знищує ґрунти – як врятувати мертві землі : веб-сайт: URL:<https://superagronom.com/blog/925-viyna-v-ukrayini-znischuye-grunti--yakvryatuvati-mertvi-zemli>(дата звернення 7 вересня 2024 р.)
5. Балюк С.А. Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 1 (850). С.79–82.

**Дмитро КРИКЛИВИЙ<sup>38</sup>**,  
студент 2 курсу,  
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин  
ННІ агротехнологій та природокористування,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ОЦІНКА МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК, БІОЛОГІЯ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ**

*Анотація.* Картопля – це багаторічна трав'яниста рослина яка відноситься до родини пасльонових (*Solanaceae*). Має бульби, які використовуються в їжу. Містить багато вуглеводів, клітковини, поживних

---

<sup>38</sup>Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

речовин. Є ситною і доступною для вживання. З неї можна приготувати безліч смачних страв. Вирощується в багатьох світових країнах. Приносить прибуток фермерам. Сприяє створенню робочих місць. Може рости в різних кліматичних умовах. Не потребує складного догляду. Легко розмножується. Захищає ґрунт від ерозії. Збагачує ґрунт органічною речовиною. Покращує структуру ґрунту. Існує багато сортів картоплі з різними характеристиками. Це дозволяє вибрати сорт картоплі, який краще підходить для ваших потреб.

**Abstract.** *Potato is a perennial herbaceous plant belonging to the nightshade family (Solanaceae). Has tubers that are used for food. Contains a lot of carbohydrates, fiber, vitamins and minerals. It is hearty and affordable food. You can cook many delicious dishes from it. It is grown in many countries of the world. Brings profit to farmers. Contributes to the creation of jobs. Can grow in different climatic conditions. Does not require complex care. It reproduces easily. Protects the soil from erosion. Enriches the soil with organic matter. Improves soil structure. There are many varieties of potatoes with different characteristics. This allows you to choose the variety that best suits your needs.*

**Вступ.** Картопля – це одна з найважливіших овочевих культур, і тому вона займає майже перше місце на ринку. Картопля користуються високим попитом, тому площі вирощування даної культури залишаються стабільними. Цей овоч користується великим попитом у Європі, США та країнах Азії. Рівень споживання картоплі може коливатися в залежності від країни. Існують різні сорти картоплі, які краще підходять для певних кліматичних умов. Картопля використовується для приготування багатьох страв, що робить її популярною у всьому світі.

Картопля є культурою пухкого ґрунту та потребує обов'язкового внесення великої кількості органічних добрив, які створюють не тільки умови живлення рослинам, але затримують вологу. Вказане є важливим в умовах глобального потепління та аномального надходження вологи до ґрунту. Аналіз відомих світових технологій вирощування картоплі показує, що її максимальна продуктивність досягається при застосуванні принципів покладених у «голландській технології» [1, 2].

Картопля є важливою продовольчою культурою та основним продуктом харчування. Основна маса вирощування, а це біля 70 % площ картоплі приходить на присадибні ділянки. Залежно від сорту і умов вирощування в бульбах картоплі міститься від 11 до 25 % крохмалю, біля 2 % білка, до 0,5 % жиру. Білок картоплі багатий на амінокислоти і відноситься до повноцінних. Картопля багата на калій (568 мг на 100 г сирової маси) і фосфор (50 мг), також в ній є солі кальцію, магнію, заліза, вітаміни С і групи В. У бульбах міститься до 3 мг% соланіну [1, 7].

**Виклад основного матеріалу.** Картопля – це невибаглива рослина, але для отримання високого врожаю важливо створити сприятливі умови.



Найкраще підходять легкі та середні суглинки з рН 5,5-6,5. Ґрунт має бути пухким, дренажним, з високим вмістом органічних речовин. Не рекомендується вирощувати картоплю на кислих, заболочених або засолених ґрунтах. Картопля – це холодостійка рослина, яка може рости при температурі від +4°C до +25°C. Оптимальна температура для росту картоплі +18-20°C. Картопля потребує достатньої кількості вологи, особливо в період цвітіння та бульбоутворення. Не рекомендується вирощувати картоплю в посушливих або жарких районах. Картопля – це світлолюбна рослина, яка потребує 12-14 годин сонячного світла на день. При нестачі освітлення стебла витягуються, листя бліднуть, а врожайність знижується.

Картоплю можна саджати бульбами або насінням. Бульби садять на глибину 8-10 см, коли ґрунт прогріється до +8°C. Відстань між рядками 70-90 см, а між бульбами в рядку 30-40 см. Перед посадкою бульби можна проростити, щоб прискорити появу сходів урожаю. Картопля потребує регулярного поливу, особливо в період цвітіння та бульбоутворення. Важливо проводити прополки, розпушування ґрунту та окучування. Для захисту від хвороб і шкідників можна використовувати хімічні або біологічні методи. Картоплю можна збирати, коли бадилля пожовтіє і ляже. Збирають бульби вручну або за допомогою комбайна. Після збирання картоплю потрібно просушити і провітрити. Картоплю слід зберігати в темному, прохолодному місці з температурою +2-4°C і вологістю 80-90%. Важливо забезпечити також хороший кругообіг повітря. Дотримуючись цих умов, можна виростити високий урожай якісної картоплі [3, 4].

*Підготовка до садіння.* Підготовка до садіння картоплі - це важливий етап, який впливає на майбутній урожай.

Після зимового зберігання проводять сортування бульб на фракції. Бульбами однієї розмірної величини краще забезпечувати необхідну густоту садіння і отримувати рівномірні сходи. Рівномірний розвиток рослин забезпечує одночасне дозрівання бульб і відповідно – їх якісне зберігання. Паростки, що утворюються під час зберігання – видовжені та знебарвлені (етіоловані). Зазвичай вони обламуються за садіння, а на утворення наступних паростків поживних речовин витрачається вже менше, бо бульби виснажуються. У більшості випадків першими проростають верхівкові паростки бульби. Це – так зване «апикальне домінування». Їх обламування стимулює розвиток паростків базальної (пуповинної) частини бульби. У будь-якому випадку видалення паростків (одно- чи багаторазове) може зменшувати потенційну урожайність на 10–40%. У деяких випадках ( залежно від сортових особливостей та погодних умов) це призводить до погіршення схожості. Деякі сорти при цьому взагалі не дають сходів. За 1-2 дні до посадки можна розрізати великі бульби на кілька шматків з 2-3 вічками.

*Садіння картоплі* починають одразу після підготовки ґрунту без розриву в часі. Раннє висаджування дає змогу рослинам ефективно використати вологу, що накопичується в ґрунті у зимово-весняний період. Залежно від розміру садивного матеріалу, строків садіння та механічного складу ґрунту картоплю

висаджують на глибину від 6 до 12 см саджалками Л-201, Л-202, Кс-2 або іншими з елеваторним чи струнним типом висівного апарату. При цьому висаджують від 45 до 56 тис. бульб на 1 га залежно від схеми садіння, сорту та розміру бульб. сходи картоплі мають забезпечити формування 300 тис. шт. продуктивних стебел на 1 г [5, 6].

**Ось деякі додаткові поради:**

- Не садіть картоплю на одному місці більше 2-3 років поспіль.
- Проводьте регулярні огляди посадок, щоб вчасно виявити і
- Використовуйте мульчування для збереження вологи в ґрунті
- Вирощування картоплі – це не тільки корисне, але й приємне заняття



*Рис. 1 Підготовка насіннєвого матеріалу до посадки.*

**Технологія садіння.** Існує три основні технології посадки картоплі:

- Ручна посадка: це найпростіший метод, який не потребує спеціальної техніки. Бульби садять вручну в лунки. Цей метод трудомісткий, але дозволяє можливість краще контролювати якість посадки.

- Механізована посадка: цей метод використовується на великих ділянках. Для посадки використовуються спеціальні апарати. Цей метод економить час і трудові ресурси, але може призвести до пошкодження картоплі.

- Гідропонна посадка: цей метод використовується в закритій землі. Картоплю садять в спеціальний субстрат, який постійно обробляється живильним розчином. Цей метод дозволяє отримати високий урожай.

- 



*Рис 2. Посадка картоплі.*

*Основні прийоми догляду за бульбою:*

- Полив: бульба потребує регулярного поливу, особливо в період цвітіння та бульбоутворення. Поливати вранці або ввечері під корінь. Не бажано поливати картоплю холодною водою.
- Прополки: регулярно видаляйте бур'яни, які заважають росту
- Розпушування ґрунту: розпушування ґрунту покращує аерацію
- Підгортання: підгортання кущів картоплі
- Захист від захворювань і шкідників: проводьте запобіжні заходи обробки.

Вирощування картоплі – це не тільки корисне, але й приємне заняття.

**Висновок.** Картопля – це не просто їжа, це – символ стійкості, адаптивності та людської винахідливості. Її унікальність та морфологія дозволяють їй рости в різних умовах, забезпечуючи людей поживними речовинами. Вирощування картоплі – це не просто агротехніка, це – мистецтво, яке потребує знань, досвіду та любові до землі. Відкриття нових сортів, вдосконалення технологій та дбайливе ставлення до довкілля – ось запорука успішного розвитку картоплярства в майбутньому. Картопля – це не просто бульба, це – частина нашої історії, культури та майбутнього.

### Список використаної літератури

1. Юзюк О.О., Вожегова Р.А. Наукові основи вирощування насінневої картоплі в умовах зрошення. Наукові основи вирощування насінневої картоплі в умовах зрошення на півдні України: монографія, «Олді плюс», 166 с.
2. Муравйов В. О., Мельник О.В., Духіна Н. Г., Семибратська Т.В., Урюпіна Л. М. Вирощування картоплі в умовах Східного Лісостепу України: рекомендації.. Вінниця: Твори, 2020. 48 с.
3. Сучасні технології вирощування картоплі [https://ikar.in.ua/potato\\_intresting/technology/](https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/) (Дата звернення 08.08.2024)
4. Методи підживлення картоплі Громадська організація "Миколаївська обласна екологічна асоціація "Зелений Світ" [https://green-world.org.ua/ua/organichni-dobryva/dobryva-dlya-polovyyh-kultur/dobryva-dlya-ovochiv/dobryva-dlya-kartopli?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw7-SvBhB6EiwAwYdCAUILoQQt7-zU7Mlz0L7WF2b1e-gR-BzFroe8w-r\\_xoD90cBVFttk8xoCaroQAvD\\_BwE](https://green-world.org.ua/ua/organichni-dobryva/dobryva-dlya-polovyyh-kultur/dobryva-dlya-ovochiv/dobryva-dlya-kartopli?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw7-SvBhB6EiwAwYdCAUILoQQt7-zU7Mlz0L7WF2b1e-gR-BzFroe8w-r_xoD90cBVFttk8xoCaroQAvD_BwE) (Дата звернення 08.08.2024)
5. Інструкція з інспектування сортових посівів картоплі. Київ: Аграрна наука, 2015. 64 с.
6. Бондарчук А.А., Молоцький М.Я., Куценко В.С. Картопля. Біла Церква, 2007. т. 2. 240 с.
7. Алексєєв І.В., Мороз А.С., Романів Р. М., Хома І.Б. Індустріальна технологія виробництва картоплі. Львів: «Бескид Біт», 2003. 152 с.

**Тетяна ЛАХТІОНОВА<sup>39</sup>,**  
студентка 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПАТИСОНА ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТИМЕНТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

***Анотація.** Дослідження присвячені вивченню особливостей формування врожаю патисона залежно від сортименту в умовах Правобережного Лісостепу України. Описано, що патисон є однією із найбільш корисних овочевих культур, які доповнюють сортимент овочів, особливо в період коли інші овочі не доступні. Патисон, формує продукцію високої якості. Встановлено, що врожайність патисона залежить від сортів та гібридів. Найбільш врожайними є сорти та гібриди патисона Женічка, Санні Делайт F1.*

***Ключові слова:** патисон, врожайність, сортимент, агротехнічні заходи, адаптація сортів, тривалість плодоношення.*

***Abstract.** The research is devoted to the study of the peculiarities of the formation of the squash crop depending on the assortment in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Squash has been found to be one of the healthiest vegetable crops that complement the range of vegetables, especially when other vegetables are not available. Squash forms high quality products. It has been established that the yield of squash depends on varieties and ridges. The most productive are varieties and hybrids of squash Zhenichka, Sunny Delight F1.*

***Key words:** Squash, yield, assortment, agrotechnical measures, adaptation of varieties, duration of fruiting.*

***Вступ.** Патисон (*Cucurbita pepo* var. *patison*) є важливою культурою для Правобережного Лісостепу України завдяки своїй адаптивності до місцевих кліматичних умов. Цей овоч добре переносить коливання температури та посуху, забезпечуючи стабільний врожай навіть у складних погодних умовах. Сорти патисона, адаптовані до регіону, демонструють високу врожайність і якість плодів, що позитивно впливає на харчову цінність і різноманітність раціону. Патисон відрізняється тривалим періодом плодоношення, що сприяє постійній наявності продукції на ринку і допомагає покращити продовольчу безпеку. Його вирощування також є економічно вигідним, завдяки невеликим витратам на агрономічні заходи та високому попиту на овочі. Патисон*

---

<sup>39</sup> Науковий керівник: Паламарчук І.І., канд. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

(*Cucurbita pepo* var. *patison*) є однією з популярних культур серед овочевих рослин, що вирощуються в Україні.

Його цінують за високі смакові якості, універсальність у використанні та порівняно невибагливі умови вирощування. В умовах правобережного Лісостепу України, який характеризується помірно-континентальним кліматом і специфічними ґрунтовими умовами, особливого значення набуває вибір оптимальних сортів патисона для забезпечення стабільної врожайності [4].

**Виклад основного матеріалу.** Патисон (*Cucurbita pepo* var. *patison*) – це рослина з родини гарбузових, яка широко культивується як городня культура в різних країнах, зокрема й в Україні. Патисон походить з Центральної та Південної Америки, де його вирощували ще до прибуття європейців. Цей овоч відноситься до роду *Cucurbita*, до якого належать також кабачки, гарбузи та інші представники родини. У 16 столітті патисон потрапив до Європи, де швидко набув популярності завдяки своєму оригінальному вигляду і смаковим якостям. У Франції, де його назвали «râtisson», овоч отримав свою назву через схожість із маленьким пирогом (фр. «pâté») [1].

Патисони є низькокалорійним овочем, який містить багато корисних речовин. Вони багаті на вітаміни, зокрема вітаміни А і С, які сприяють підтримці зору, зміцненню імунної системи та захисту клітин від окислювального стресу. Вітамін А також важливий для здоров'я шкіри та слизових оболонок. Патисон містить мінерали, такі як калій і магній, які допомагають регулювати кров'яний тиск, підтримують функцію серця та сприяють нормалізації водного балансу в організмі. Крім того, ці овочі містять клітковину, яка покращує процеси травлення, сприяє регулярності стільця та допомагає контролювати рівень цукру в крові. Завдяки цьому патисони можуть бути корисні для підтримки здоров'я серця, нормалізації травлення і підтримки загального імунного статусу організму.

Патисони, як і інші гарбузові овочі, мають багатий хімічний склад, що робить його корисними для здоров'я. Патисони містять близько 90% води, що робить їх низькокалорійними і гідратуючими продуктами. Ця висока вологість забезпечує легкість та свіжість овочів, що робить їх відмінним вибором для тих, хто стежить за своєю вагою або прагне підтримувати належний рівень гідратації. Основна частина вуглеводів у патисонах складається з клітковини та простих цукрів. Вуглеводи в патисонах надають організму необхідну енергію і сприяють нормалізації травлення [5]. Патисони містять як розчинну, так і нерозчинну клітковину, що допомагає підтримувати здоров'я травної системи, регулює рівень цукру в крові і покращує обмін речовин. Хоча кількість білка в патисонах невелика, він все ж важливий для відновлення тканин і загального функціонування організму. Оскільки патисони мають дуже низький вміст жиру, вони є ідеальними для дієтичного харчування, допомагаючи зберігати низький калорійний рівень при збереженні важливих поживних властивостей.

За даними досліджень Чернецького В.М., Паламарчук І.І. сортові особливості здійснюють вплив на проходження фаз росту та розвитку рослин

патисона, біометричні параметри продукції та врожайність рослин. Доведено, що найбільшу врожайність забезпечує сорт Женічка та гібрид Санні Делайт F1 [6].

Гібриди патисона відіграють важливу роль у сучасному овочівництві завдяки своїм поліпшеним характеристикам, таким як підвищена врожайність, стійкість до хвороб та краще пристосування до різних умов вирощування.

Гібрид патисона Санні Делайт F1 відрізняється ранньостиглістю, що забезпечує швидке отримання урожаю, зазвичай через 40-45 днів після сходів. Це дозволяє агрономам отримувати плоди на початку сезону, що особливо цінується при вирощуванні у коротких вегетаційних періодах. Гібрид характеризується високою врожайністю, завдяки якій можна зібрати значну кількість плодів з одиниці площі. Кущі цього гібриду компактні, що забезпечує ефективне використання простору на грядках і дозволяє розміщувати більше рослин на обмеженій площі, що особливо корисно для комерційного вирощування. Плоди Санні Делайт F1 мають кремовий колір і виразні борозенки, що надає їм естетичний вигляд і полегшує їх обробку. Їх форма і колір роблять цей гібрид ідеальним для консервації та приготування різних страв, де привабливий зовнішній вигляд плоду є важливим. Гібрид також відзначається хорошою стійкістю до захворювань, що забезпечує стабільний урожай навіть при не зовсім ідеальних умовах вирощування.

Гібрид патисона Женічка є відомим сортом завдяки своїм високим агрономічним характеристикам і здатності до раннього плодоношення. Цей гібрид характеризується коротким вегетаційним періодом, що дозволяє отримувати урожай через 35-40 днів після сходів. Плоди Женічки мають плоско-округлу форму, що відрізняється яскраво вираженими борозенками, і можуть бути білими або світло-зеленими. Гібрид демонструє високу врожайність, забезпечуючи стабільний урожай з площі близько 30-35 т/га, завдяки компактному розташуванню рослин, що дозволяє оптимально використовувати доступний простір. Женічка відзначається гарною стійкістю до поширених захворювань патисона, таких як борошниста роса та бактеріальні гнилі, що сприяє збереженню високих показників продуктивності навіть в умовах несприятливої погоди.

Гібрид патисона Сашенька є ранньостиглим сортом, який відрізняється своїми високими агрономічними якостями та відмінною врожайністю. Цей гібрид досягає технічної стиглості через 35-40 днів після сходів, що робить його ідеальним для раннього збору плодів. Плоди гібрида мають плоско-округлу форму, діаметр яких зазвичай досягає 8-10 см. Вони можуть бути білі, кремові або світло-зелені, з виразними борозенками на поверхні. Сашенька демонструє високу продуктивність, з середньою врожайністю близько 30-35 т/га в умовах оптимального вирощування[3]. Компактні кущі дозволяють ефективно використовувати площу, розміщуючи більше рослин на обмеженій ділянці. Гібрид також відзначається гарною стійкістю до захворювань, таких як борошниста роса і бактеріальні гнилі, що забезпечує стабільний урожай.

Патисон Перлінка є ранньостиглим і високопродуктивним сортом, який відзначається своєю здатністю швидко давати урожай. Вегетаційний період

цього сорту триває від 45 до 50 днів, що дозволяє отримувати плоди в досить короткі терміни. Рослина має кущову форму, що забезпечує її хорошу стійкість та продуктивність. Плоди Перлинки мають плоску, тарілкоподібну форму з діаметром від 12 до 15 см і вагою від 300 до 350 грамів. Їхній колір зелено-білий, м'якоть соковита і щільна, що надає їм приємний смак і текстуру. Врожайність цього сорту становить від 3,5 до 4 кг на квадратний метр, що робить його дуже вигідним для вирощування. Перлинка є відносно стійкою до борошнистої роси, що полегшує догляд за рослинами. Крім того, сорт має невеликі вимоги до вологості, що робить його ще більш привабливим для агрономів. Посів насіння цього патисону проводиться з травня до середини червня. Урожай можна збирати з середини червня і продовжувати до вересня, що дозволяє отримувати свіжі плоди протягом тривалого часу.

Осипова Є.В., Черевична Н.О. та Дубровін В.Н. у своїх дослідженнях наголошують на необхідності вирощувати гібриди патисона ТейблАйс F1, Патті Грін Тінт F1 і Скаллопіні F1. Адже це дозволяє отримати високий товарний урожай та розширити сезон споживання продукції патисона [2].

Патисон Патті Грін Тінт F1 – це ранній і високопродуктивний гібрид патисону, який вирізняється своїми відмінними агрономічними характеристиками. Це кущова рослина середнього розміру з потужним і відкритим типом росту. Гібрид швидко досягає зрілості, що відбувається приблизно через 52 дні після посіву. Плоди цього патисону мають дископодібну форму і світло-зелене забарвлення. Їхній діаметр коливається від 6 до 8 см, а вага – від 70 до 75 грамів. Патисони мають невеликий рубець від квітки, що додає їм особливого вигляду. Патті Грін Тінт F1 добре підходить для вирощування як в відкритому ґрунті, так і в тимчасових плівкових укриттях.

Гібрид патисону Скаллопіні F1 – це ранній і продуктивний сорт, який вирізняється своїми відмінними характеристиками і універсальністю у вирощуванні. Цей гібрид підходить як для відкритого ґрунту, так і для теплиць, завдяки своїй адаптивності до різних умов вирощування. Рослина Скаллопіні F1 має компактний, кущовий ріст з середньою гіллястістю. Вона відзначається стабільним і здоровим розвитком, що дозволяє забезпечити високий урожай. Гібрид швидко досягає зрілості, з періодом вегетації близько 45–50 днів з моменту посіву.

Плоди патисону мають дископодібну форму і характерний світло-зелений колір. Діаметр плодів зазвичай складає від 6 до 8 см, а вага – від 80 до 100 грамів. Вони мають гладку шкірку і ніжну, соковиту м'якоть, яка відзначається відмінними смаковими якостями. Гібрид забезпечує високу врожайність, що робить його популярним для комерційного вирощування. Плоди добре зберігають свою якість під час транспортування, що важливо для ринку. Гібрид також демонструє хорошу стійкість до основних хвороб патисонів, таких як борошниста роса і пероноспороз, що полегшує догляд і знижує потребу в хімічних обробках.

Гібрид патисону ТейблАйс F1 – це ранній, високопродуктивний сорт, спеціально розроблений для отримання якісних плодів в умовах різного типу

грунту та клімату. Цей гібрид вирізняється своєю універсальністю і може вирощуватися як у відкритому ґрунті, так і в теплицях або під плівковими укриттями. Рослина має компактну, кущову форму з хорошою гіллястістю, що забезпечує їй стійкість та стабільний ріст. Вегетаційний період цього гібрида складає приблизно 45–50 днів, що дозволяє отримувати урожай у досить короткі терміни. Плоди патисону мають дископодібну форму і привабливе біле забарвлення. Їхній діаметр зазвичай коливається від 8 до 10 см, а вага – від 100 до 150 грамів. Плоди відзначаються гладкою, ніжною шкіркою і соковитою м'якоттю, яка має відмінний смак і текстуру.

ТейблАйс F1 також характеризується хорошою транспортабельністю, що робить його підходящим для комерційного вирощування і реалізації на ринку. Плоди добре зберігають свою якість під час транспортування, що важливо для постачання в супермаркети і на ринки.

Гібрид патисона Санбурст F1 – це ранній і надзвичайно продуктивний гібрид жовтоплідного патисона, розроблений відомою селекційною компанією Syngenta, спеціально для вирощування у відкритому ґрунті. Період вегетації цього сорту триває приблизно 45–47 днів з моменту появи сходів. Рослини відрізняються сильнорослою, кущовою формою з густим листям і рівномірним завантаженням зав'яззю. Гібрид Санбурст F1 демонструє стійкість до захворювань, шкідників та несприятливих умов вирощування. Для максимізації врожайності важливо регулярно поливати грядки і використовувати комплексні добрива відповідно до рекомендацій виробника. Плоди цього патисона мають дископодібну форму і невеликі розміри, ідеальні для збору при досягненні діаметра близько 5 см. Їх тонка жовта шкірка надійно захищає ніжну та смачну серцевину від механічних пошкоджень.

Гібрид патисону Сансеанс F1, також відомий як Сандес F1, є надзвичайно раннім сортом, що підходить як для свіжого ринку, так і для консервування. Вегетаційний період цього гібрида становить всього 40-45 днів, що дозволяє отримувати урожай в найкоротші терміни. Рослини вирізняються своєю силою росту і середньою гіллястістю, що забезпечує їм відмінну стійкість і адаптацію до різних типів ґрунтів та умов вирощування. Плоди патисону Сансеанс F1 мають однорідну дископодібну форму і привабливий золотисто-жовтий колір. Вони не схильні до переростання, що робить їх ідеальними для вирощування міні-патисонів з діаметром 3-3,5 см. Така форма і розмір роблять їх дуже зручними для збору та подальшого використання.

Цей гібрид забезпечує високу врожайність завдяки своєму здоровому росту і сильній адаптаційній здатності. Сансеанс F1 також відзначається відмінними смаковими якостями, що робить його популярним для використання в різноманітних кулінарних застосуваннях. Плоди мають тонку шкірку і ніжну м'якоть, що добре зберігає свою текстуру і смак при різних методах приготування. Ще однією перевагою цього гібрида є його гарна транспортабельність. Це особливо важливо для комерційного вирощування, оскільки плоди зберігають свою якість під час транспортування до місця продажу. Завдяки всім цим характеристикам, Сансеанс F1 є відмінним вибором



для фермерів і садівників, які прагнуть досягти високих результатів у вирощуванні патисонів.

Гібрид патисону Гріндіск F1 є раннім сортом з вегетаційним періодом всього 43 дні. Рослини цього гібрида характеризуються сильнорослим ростом і середньою гіллястістю, що забезпечує їхню високу продуктивність та адаптивність до різних типів ґрунтів і умов вирощування. Плоди мають дископодібну форму і гладку, темно-зелену шкірку, що надає їм привабливий товарний вигляд. Їхній діаметр зазвичай коливається від 3 до 3,5 см, що робить їх ідеальними для вирощування мініатюрних патисонів. Однією з ключових переваг цього гібрида є те, що плоди не переростають навіть при несвоєчасному збиранні, а також не в'януть.

Гріндіск F1 забезпечує високий рівень врожайності, що робить його вигідним для комерційного вирощування. Плоди цього гібрида зберігають свою соковитість і форму під час транспортування, що дуже важливо для постачання на ринки та в супермаркети.

**Висновки.** Ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу Правобережного сприятливі для вирощування патисона. Враховуючи високі смакові цінності, можливість використання у свіжому та переробленому вигляді та адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов, можливим є вирощування в Лісостеповій зоні України. За хімічними показниками патисон переважає ряд інших овочів, а тому є корисним для споживання. Правильний підбір різних за тривалістю вегетаційного періоду сортів, дасть можливість подовжити період надходження продукції до споживача у свіжому вигляді.

### Список використаної літератури

1. Барабаш О. Ю. Догляд за овочевими культурами. К.: Нововведення, 2008. 109 с.
2. Сич З.Д., Бобось І.М., Федосій І.О. Овочівництво: навч. посіб. К.: ЦП «Компринт», 2018. 405 с.
3. Суховуха С.М., Повозніков М.Г. Проблеми забезпечення земельними ресурсами тваринництва та шляхи їх вирішення. Аграрна наука та харчові технології. 2017. №4 (98). С. 160-168.
4. Чернецький В. М. Вплив сорту, гібриду на врожайність та біохімічні показники продукції кабачка залежно від погодних умов в Лісостепу Правобережного України. Збірник наукових праць Вінницького НАУ. 2014. №5. С.149-157.
5. Чернецький В. М. Оптимізація галузі овочівництва України. Вісник сільськогосподарської науки. 2010. №3. С. 134.
6. Чернецький В. М., Паламарчук І.І. Формування урожайності патисона залежно від сортових особливостей в умовах Лісостепу Правобережного. Збірник наукових праць Вінницького НАУ. 2018. №6. 167-175.

**Олександр МАЛЯРЕНКО<sup>40</sup>,**  
студент 3 курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин  
ННІ агротехнологій та природокористування,  
Вінницький національний аграрний університет,  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЗАСВОЄННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН**

***Анотація.** Вказано, що метеорологічні та кліматичні умови впливають на рослинність прямо та опосередковано. Наведено, що прямі ефекти включають реакції на температуру. Висвітлено, що непрямі ефекти виникають переважно як опосередковані ґрунтом явища, такі як вплив опадів на режими вологості ґрунту. Зазначено, що необхідною умовою здорового росту, а також та збалансованого метаболізму є підтримання адекватних концентрацій та відносно стабільних співвідношень поживних речовин у тканинах рослин. Наголошено, що наслідок глобальної зміни клімату, частота, серйозність і тривалість теплового стресу зростає, і це має вплив на ріст, розвиток і розмноження рослин. В даній статті досліджується вплив умов зовнішнього середовища на засвоєння елементів живлення рослин.*

***Ключові слова:** кліматичні умови; зовнішнє середовище; живлення рослин; здоровий ріст рослин; вологість ґрунту.*

***Annotation.** It is indicated that meteorological and climatic conditions affect vegetation directly and indirectly. It is stated that direct effects include reactions to temperature. It is highlighted that indirect effects occur mainly as soil-mediated phenomena, such as the impact of precipitation on soil moisture regimes. It is noted that maintaining adequate concentrations and relatively stable ratios of nutrients in plant tissues is a necessary condition for healthy growth and balanced metabolism. It is emphasized that as a result of global climate change, the frequency, severity, and duration of heat stress is increasing, and this has an impact on the growth, development, and reproduction of plants. This article examines the influence of environmental conditions on the assimilation of plant nutrients.*

***Keywords:** climatic conditions; external environment; plant nutrition; healthy plant growth; soil moisture.*

***Вступ.** Ріст і розвиток рослин принципово залежать від ефективного засвоєння поживних речовин із ґрунту, а також від кліматичних умов. Відповідно ці поживні речовини, включаючи в цей перелік азот, фосфор, калій та різноманітні мікроелементи, необхідні для таких важливих процесів, як фотосинтез, дихання та синтез білків і нуклеїнових кислот. Однак здатність*

---

<sup>40</sup>Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., кандидат с.-г. наук, ст. викл. кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

рослин засвоювати ці поживні речовини визначається не тільки їх наявністю в ґрунті, але й значною мірою залежить від умов навколишнього середовища.

Засвоєння поживних речовин є життєво важливим процесом для росту та розвитку рослин, який безпосередньо впливає на врожайність, стабільність екосистеми та продовольчу безпеку. Слід врахувати, що для виконання основних функцій, таких як фотосинтез, дихання та синтез білка, рослинам потрібне збалансоване надходження поживних речовин.

Зовнішнє середовище відіграє ключову роль у розвитку рослин протягом року. Сезонні коливання температури, світла, наявності води, складу ґрунту та атмосферних умов створюють динамічне середовище, до якого рослини повинні постійно адаптуватися. Розуміння цих взаємодій має важливе значення для управління сільськогосподарськими методами ведення господарства, збереження природних екосистем і прогнозування впливу зміни клімату на ріст і розвиток рослин. У міру того, як умови навколишнього середовища продовжують змінюватися, стає все більш важливим розробляти стратегії, які підтримують стійкість і сталість життя рослин.

**Метою** даної статті є дослідження впливу умов зовнішнього середовища на засвоєння елементів живлення рослин.

**Виклад основного матеріалу.** З потеплінням лише на 1,1 °C зміна клімату вже завдає катастрофічної шкоди в кожній частині світу. Відповідно підвищення температури повітря має широкий спектр негативних впливів на людське суспільство та навколишнє середовище, включаючи глобальне рослинництво, яке може бути суттєво вплинуто, з потенціалом істотного впливу на майбутній попит на врожай.

Розвиток рослин тісно пов'язаний із зовнішнім середовищем, причому різні фактори відіграють вирішальну роль у визначенні моделей росту, успіху розмноження та загального здоров'я. Ці фактори навколишнього середовища включають температуру, світло, наявність води, склад ґрунту та атмосферні умови, які змінюються протягом року. Розуміння того, як ці фактори впливають на розвиток рослин, має важливе значення для оптимізації сільськогосподарської практики, управління природними екосистемами та прогнозування впливу зміни клімату на життя рослин.

На рис. 1 спеціально для огляду зображено розвиток рослин кукурудзи у разі проведення припосівного удобрення і без нього.



**Рис.1** Розвиток рослин кукурудзи у разі проведення припосівного удобрення і без нього [1]

Вплив умов навколишнього середовища на засвоєння елементів живлення рослин включає в себе наступні чинники:

#### 1. Властивості ґрунту та доступність поживних речовин:

Кислотність (рН) ґрунту є одним із найважливіших факторів, котрі впливають на доступність та засвоєння поживних речовин. Загальновідомим є той вагомий чинник, що при різних рівнях рН доступні різні поживні речовини.

Наприклад, кислі ґрунти, якщо низький рН можуть призвести до того, що певні поживні речовини, такі як алюміній і марганець, стануть більш розчинними та потенційно токсичними, тоді як такі поживні речовини, як фосфор і магній, можуть стати менш доступними.

Навпаки, лужні ґрунти, коли високий рівень кислотності можуть призвести до дефіциту мікроелементів, таких як залізо, цинк і мідь, оскільки вони стають менш розчинними та важчими для засвоєння рослинами [2].

Структура ґрунту, яка визначається пропорціями піску, мулу та глини, впливає на утримання води та аерацію, що, у свою чергу, впливає на доступність поживних речовин.

Глинисті ґрунти, як правило, добре утримують воду та поживні речовини, але можуть мати погану аерацію, що призводить до кисневого стресу коренів і зниження поглинання поживних речовин.

Піщані ґрунти, з іншого боку, добре аеруються, але можуть швидко вимивати поживні речовини, роблячи їх менш доступними для рослин.

Структура ґрунту, включаючи агрегацію частинок ґрунту, також відіграє певну роль, впливаючи на проникнення коренів і рух води та поживних речовин через ґрунтовий профіль.

Ємність катіонного обміну ґрунту є показником його здатності утримувати й обмінювати позитивно заряджені іони (катіони), такі як калій, кальцій і магній.

Ґрунти з високою ємністю катіонного обміну можуть утримувати більше поживних речовин, роблячи їх більш доступними для рослин.

Навпаки, ґрунти з низькою ємністю катіонного обміну можуть вимагати більш частого внесення добрив для підтримки достатнього рівня поживних речовин.

#### 2. Температура та засвоєння поживних речовин:

Вплив на метаболічні процеси. Температура безпосередньо впливає на метаболічні процеси рослин, включаючи поглинання та засвоєння поживних речовин.

Оптимальна температура сприяє активності ферментів і росту коренів, покращуючи засвоєння поживних речовин. Однак занадто високі або занадто низькі температури в свою чергу можуть порушити ці процеси.

Наприклад, низькі температури ґрунту можуть уповільнити ріст коренів і сповільнити поглинання таких поживних речовин, як фосфор і калій.

Навпаки, високі температури можуть збільшити частоту дихання, що призводить до підвищення потреби в поживних речовинах, але також може

викликати тепловий стрес, знижуючи ефективність засвоєння поживних речовин.



*Рис.2 Вплив теплового стресу на помідори.*

Вплив на мікробну діяльність ґрунту. Окрім цього температура ґрунту також впливає на активність ґрунтових мікроорганізмів, які відіграють вирішальну роль у кругообігу поживних речовин. Такі мікробні процеси, як фіксація азоту, нітрифікація та розкладання органічних речовин, залежать від температури. Більш прохолодні ґрунти можуть уповільнювати ці процеси, зменшуючи доступність поживних речовин, таких як азот, тоді як більш теплі ґрунти можуть посилювати мікробну активність, підвищуючи доступність поживних речовин, але також потенційно призводячи до втрати поживних речовин через вимивання або випаровування.

### 3. Наявність води та поглинання поживних речовин:

Ґрунтова волога та транспортування поживних речовин. Вода є основним середовищем, через яке поживні речовини транспортуються до коренів рослин. Достатня вологість ґрунту необхідна для розчинення та переміщення поживних речовин у ґрунтового розчині. Недостатня вологість може обмежити поглинання поживних речовин, зменшуючи ріст коренів і дифузію поживних речовин до поверхні коренів. З іншого боку, надмірна вологість може призвести до перезволоження ґрунту, що зменшує доступ кисню до коренів і відповідно це сприяє анаеробним умовам, перешкоджаючи поглинанню поживних речовин і призводячи до втрат поживних речовин через такі процеси, як денітрифікація.

Сезонні моделі опадів. Вода необхідна для всіх процесів рослин, від фотосинтезу до транспортування поживних речовин. Сезонні зміни кількості опадів дуже впливають на розвиток рослин. У регіонах з чітко вираженими вологими та сухими сезонами рослини розробили стратегії, щоб справлятися з коливаннями наявності води. Під час вологого сезону велика кількість води сприяє інтенсивному росту та цвітінню, тоді як у сухий сезон багато рослин переходять у стан спокою або знижують свою метаболічну активність, щоб зберегти воду.

Стрес від посухи та засвоєння поживних речовин. Як відомо, стрес від посухи значно впливає на поглинання, а також та засвоєння поживних речовин рослинами. Під час посухи знижена вологість ґрунту обмежує доступність

поживних речовин, особливо тих, які менш рухливі в ґрунті, наприклад фосфору. Відповідно посуха також спричиняє закриття продихів, зменшуючи транспірацію та потік поживних речовин від коренів до пагонів. А це в свою чергу може призвести до дефіциту основних поживних речовин, що вплине на ріст та продуктивність рослин [3].

Вплив посухи та заболочування. Необхідно взяти до уваги те, що умови посухи можуть призвести до зменшення доступності поживних речовин, особливо тих, які є менш рухливими в ґрунті, таких як фосфор. Рослини в умовах посухи часто закривають свої продихи для того, щоб зберегти воду, зменшуючи транспірацію та потік поживних речовин від коренів до пагонів. І навпаки, надмірна кількість води або заболочені умови можуть призвести до анаеробного ґрунтового середовища, де кисень обмежений. Така нестача кисню може погіршити функцію коренів і зменшити здатність рослин поглинати поживні речовини, зокрема азот, який може бути втрачений через процеси денітрифікації.

Практика зрошення. Зрошення може пом'якшити наслідки недостатньої кількості опадів, підтримуючи рівень вологості ґрунту, який сприяє засвоєнню поживних речовин. Однак неправильна практика зрошення, наприклад надмірне зрошення, може призвести до вимивання поживних речовин, особливо на піщаних ґрунтах, або засолення ґрунту в посушливих регіонах, де висока концентрація солі може перешкоджати поглинанню поживних речовин. Методи зрошення впливають на наявність і засвоєння поживних речовин шляхом підтримки оптимального рівня вологості ґрунту.

#### 4. Світло і фотосинтез:

Фотосинтез і потреба в поживних речовинах. Світло є джерелом енергії для фотосинтезу, процесу, за якого рослини перетворюють світлову енергію на хімічну енергію, що зберігається у вуглеводах. Швидкість фотосинтезу впливає на потребу рослин у поживних речовинах, зокрема в азоті, який необхідний для синтезу хлорофілу та ферментів, які беруть участь у фотосинтезі. Недостатнє освітлення знижує фотосинтетичну активність, знижуючи потребу в поживних речовинах і потенційно призводячи до накопичення невикористаних поживних речовин у ґрунті. І навпаки, висока інтенсивність світла збільшує фотосинтез і потребу в поживних речовинах, але надмірне освітлення може спричинити фотогальмування та стрес, знижуючи ефективність засвоєння поживних речовин в рослинах [4].

Фотоперіодизм і кругообіг поживних речовин. Потрібно зазначити те, що фотоперіодизм є реакція рослин на тривалість дня і ночі, також може впливати на засвоєння поживних речовин. Деякі поживні речовини засвоюються більш ефективно в певний час доби під впливом циркадного ритму рослини. Беззаперечно, що довший світловий день протягом вегетаційного періоду загалом покращує поглинання поживних речовин, тоді як коротший день може уповільнити процеси асиміляції. Наприклад, багатьом рослинам потрібен певний фотоперіод з тією метою, щоб ініціювати цвітіння, причому деякі види

цвітуть лише тоді, коли дні довгі (рослини з довгим днем), а інші – коли дні короткі (рослини з коротким днем) [5].

Інтенсивність і якість світла. Важливо вказати на те, що окрім тривалості дня, інтенсивність і якість освітлення також змінюються протягом року. Як відомо, влітку більша інтенсивність освітлення посилює фотосинтез, але якщо її не збалансувати достатньою кількістю води та поживних речовин, то це може призвести до фото гальмування і в тому випадку надлишок світла пошкоджує фотосинтетичний апарат. Доцільно врахувати те, що взимку менша інтенсивність освітлення, а також короткий день знижують фотосинтетичну активність, уповільнюючи ріст.

#### 5. Склад атмосфери та динаміка поживних речовин

Рівні вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ). Підвищений рівень  $\text{CO}_2$  в атмосфері в результаті глобальної зміни клімату може вплинути на засвоєння поживних речовин рослинами. Слід врахувати те, що більш високі концентрації  $\text{CO}_2$  можуть посилити фотосинтез, що в свою чергу може призвести до посиленого росту та збільшення потреби рослин в поживних речовинах. Проте як це також може призвести до явища, відомого як «ефект розведення», коли концентрація поживних речовин у рослинних тканинах зменшується, оскільки швидкість росту випереджає поглинання поживних речовин.

Забруднювачі повітря, такі як озон, діоксид сірки та оксиди азоту, можуть негативно впливати на засвоєння поживних речовин. Озон, наприклад, пошкоджує тканини рослин, у тому числі їхні коріння, знижуючи їх здатність поглинати поживні речовини. Діоксид сірки може спричинити підкислення ґрунту, коли він осідає у вигляді кислотних дощів, змінюючи доступність поживних речовин і призводячи до потенційного дефіциту або токсичності.

Вплив на зміну клімату. Очікується, що зміна клімату вплине на засвоєння поживних речовин через вплив на температуру, структуру опадів і склад атмосфери. Доцільно взяти до уваги той чинник, що зміни в цих умовах навколишнього середовища можуть порушити баланс доступності, а також поглинання поживних речовин, викликаючи продуктивність сільського господарства та стабільність екосистеми.

На доступність поживних речовин у ґрунті впливають різноманітні фактори навколишнього середовища, які змінюються з сезонами. Навесні, коли температура підвищується та активність мікробів зростає, поживні речовини з розкладеної органічної речовини стають більш доступними для рослин, підтримуючи новий ріст. Практика запліднення рослин часто збігається з цим підвищеним попитом на поживні речовини [6].

Необхідно зауважити, що влітку високі температури та підвищена активність рослин можуть призвести до виснаження поживних речовин у ґрунті, через що їх необхідно поповнювати за допомогою добрив. Восени розкладання опалого листя додає органічну речовину назад у ґрунт, підвищуючи вміст поживних речовин для наступного вегетаційного періоду.

Вологість і температура ґрунту тісно пов'язані з поглинанням поживних речовин рослинами. У холодні місяці нижчі температури ґрунту сповільнюють

мікробну активність і мінералізацію поживних речовин, зменшуючи доступність поживних речовин. І навпаки, теплі вологі умови навесні та влітку сприяють доступності та засвоєнню поживних речовин, при цьому підтримуючи активне зростання.

Засвоєння поживних речовин є життєво важливим процесом для росту та розвитку рослин, який безпосередньо впливає на врожайність, стабільність екосистеми та продовольчу безпеку. Для виконання основних функцій, таких як фотосинтез, дихання та синтез білка, рослинам потрібне збалансоване надходження поживних речовин, таких як азот, фосфор, калій та різноманітні мікроелементи. Однак здатність рослин поглинати й використовувати ці поживні речовини залежить не лише від їх наявності в ґрунті, але також сильно залежить від зовнішніх умов навколишнього середовища.

Властивості ґрунту, наявність води, температура, освітленість і склад атмосфери взаємодіють, щоб визначити, наскільки ефективно рослини можуть поглинати та використовувати основні поживні речовини. Оскільки умови навколишнього середовища продовжують змінюватися, особливо в контексті глобальної зміни клімату, розуміння цих впливів буде мати вирішальне значення для розробки стійких методів сільського господарства та забезпечення продовольчої безпеки. Адаптивні стратегії управління, які враховують динамічний характер цих факторів навколишнього середовища, будуть важливими для оптимізації засвоєння поживних речовин і підтримки здорових і продуктивних систем рослин.

Вітер відіграє важливу роль у поширенні насіння, запиленні та фізичній структурі рослин. Сезонні зміни режиму вітру можуть впливати на ці процеси, впливаючи на розподіл і розмноження рослин. Крім того, екстремальні погодні явища, такі як шторми чи урагани, можуть завдати фізичної шкоди рослинам, впливаючи на їхній розвиток.

Ріст і розвиток рослин тісно пов'язані з наявністю мінеральних поживних речовин і розвитком добре функціонуючої кореневої системи. Кілька факторів, таких як ризосферні ознаки, морфологія кореня, архітектура та кінетика, відіграють ключову роль у регулюванні поглинання поживних речовин рослинами.

Вплив теплового стресу на концентрацію поживних речовин змінюється залежно від впливу теплового стресу на органи рослин, наприклад, на всю рослину (корінь + пагін) або на коріння окремо. Так само реакція є специфічною для стадій росту. Тепловий стрес впливає на репродуктивні тканини, що призводить до низької родючості рослин.

Як наслідок глобального потепління, раптове підвищення температури через хвилі спеки може стати частішим і негативно вплинути на роботу рослин. Реакція рослин може відрізнятися залежно від виду та типу рослини. Наслідки потепління продемонструють найбільший вплив на ріст і розвиток рослин на різних стадіях їхнього розвитку, таких як вегетативна, репродуктивна стадії та стадії наливу зерна, що зрештою впливає на якість зерна та загальну якість врожаю та врожайність. Згубний вплив теплового стресу на рослини



призводить до порушення ферментів, відповідальних за метаболізм азоту, включно з тими, які беруть участь у засвоєнні нітратів і амонію, що впливає на кілька ключових метаболічних процесів у рослинах [7].

Зменшення поглинання поживних речовин із тепловим стресом потенційно може бути викликано декількома факторами, включаючи зменшення маси коренів або площі поверхні та зменшення поглинання поживних речовин на одиницю кореня, а також зниження ефективності фотосинтезу. Крім того, очевидно, що зниження росту коренів і швидкості, з якою рослини поглинають поживні речовини, є результатом пошкодження клітин кореня, викликаного тепловим стресом. Це пошкодження зрештою призводить до зниження росту коренів і загальної концентрації білків, включаючи зниження рівнів білків, відповідальних за поглинання поживних речовин, і потенційно впливає на активність специфічних білків поглинання, таких як їх транспорт або швидкість реакції. Відповідно умови зовнішнього середовища мають вагомий вплив на засвоєння елементів живлення рослин.

**Висновок.** Отже, засвоєння поживних речовин рослинами є динамічним процесом, на який сильно впливає ряд умов навколишнього середовища. Властивості ґрунту, температура, доступність води, освітлення та склад атмосфери відіграють вирішальну роль у визначенні того, наскільки ефективно рослини можуть поглинати та використовувати основні поживні речовини. Розуміння цих впливів є дуже важливим для оптимізації сільськогосподарської практики та забезпечення сталого виробництва сільськогосподарських культур, особливо в умовах зміни умов навколишнього середовища. Оскільки глобальні виклики, такі як зміна клімату, продовжують впливати на екосистеми, адаптивні стратегії управління, які враховують ці екологічні фактори, будуть мати вирішальне значення для підтримки здорових і продуктивних рослинних систем.

### Список використаної літератури

1. Анісімова Л.М. Роль мікроелементів у живленні сільськогосподарських культур. Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку Третього тисячоліття: зб. матеріалів IV науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Докучаєвське, Старобільськ, 14 листопада 2019 р. Харків : ФОП Бровін О.В., 2019. С. 16–19.

2. Діагностика і оптимізація мінерального живлення сільськогосподарських культур: Навч. посіб. Харків, 2020. 161 с.

3. Господаренко Г.І. Мікроелементи і добрива в живленні рослин: навч. посіб. Кам'янець-Подільський : ТОВ Друкарня «Рута», 2020. 348 с.

4. Органічні добрива: навч. посіб. / за ред. С. В. Журавля. Житомир : Вид-во Поліського ун-ту, 2020. 200 с.

5. Паламарчук В. Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О. М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій: монографія. Вінниця: «Друк», 2023. 296 с.

6. Прокопенко С.М., Міцай С.Г., Пономаренко О.О., Несін І.В., Крохмаль О.І., Безверхий В.Г., Сотник І.І., Шарубіна О.В., Шевченко Г.О., Кохан О.М. Уміст мікроелементів в ґрунтах Сумської області. *Охорона ґрунтів*. 2020. Вип. 10. С. 148–153.

7. Трембіцька О. І., Журавель С. В. Конспект лекцій із дисципліни «Сучасні підходи до управління живлення рослин» для студентів спеціальності 201 «Агрономія». Житомир : Вид-о Поліського, 2021. 52 с.

**Ярослав СОВІНСЬКИЙ<sup>41</sup>,**

студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **НАУКОВІ ПІДХОДИ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ**

***Анотація.** У статті розглядаються наукові рішення актуальної проблеми деградації ґрунтів, що загрожує сільському господарству та природі. Аналізуються різні методи, включаючи використання органічних добрив, біологічних засобів, агрономічних практик та технологій, які сприяють відновленню ґрунтового покриву, зменшенню ерозії та підвищенню поживної цінності ґрунтів. Розглянуто роль інтегрованих систем управління ґрунтами, моніторинг та оцінка ефективності впроваджених заходів. Стаття також висвітлює перспективи подальших досліджень і розробок у цій галузі, акцентуючи увагу на необхідності адаптації наукових досягнень до специфічних умов місцевих екосистем та потреб агровиробництва. Інтеграція цих підходів може забезпечити стійке відновлення родючості ґрунтів і сприяти стабільному аграрному розвитку.*

***Ключові слова:** родючість ґрунтів, відновлення ґрунтів, ерозія ґрунту, хімічний склад ґрунту, поживні речовини, водоутримуючі властивості ґрунту, кислотність ґрунту.*

***Annotation.** The article discusses scientific solutions to the current problem of soil degradation, which threatens agriculture and nature. Various methods are analyzed, including the use of organic fertilizers, biological agents, agronomic practices and technologies that help restore soil cover, reduce erosion, and increase the nutritional value of soils. The role of integrated soil management systems, monitoring and evaluation of the effectiveness of implemented measures is considered. The article also highlights the prospects for further research and development in this field, emphasizing the need to adapt scientific achievements to*

---

<sup>41</sup>Науковий керівник: Забарна Т.А., кандидат с.-г. наук, ст. викл. кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

*the specific conditions of local ecosystems and the needs of agricultural production. The integration of these approaches can ensure sustainable restoration of soil fertility and contribute to sustainable agricultural development.*

**Key words:** *soil fertility, soil restoration, soil erosion, soil chemical composition, nutrients, soil water-holding properties, soil acidity.*

**Вступ.** Раціональне використання та охорона земельних ресурсів є важливою складовою державної політики. Особливо актуальним є питання збереження та відновлення родючості ґрунтів, які є критично важливими.

Однак інтенсивне землеробство, ерозія, забруднення та інші негативні фактори можуть значно знижувати родючість ґрунтів. Наука пропонує різноманітні підходи для відновлення і підвищення родючості ґрунтів, що дозволяють підтримувати і підвищувати агрономічну продуктивність на довготривалій основі.

Треба пам'ятати, що добрива відіграють важливу роль у підвищенні родючості ґрунту, а також підтримують життєдіяльність мікроорганізмів та тварин. Правильне коригування стану ґрунту дозволяє отримати високі врожаї навіть з початково бідних полів. Якщо аграрії знають, як зберігати родючість ґрунтів, вони можуть забезпечити максимальну продуктивність своїх сільськогосподарських угідь на багато років.

Родючість ґрунту, що визначає його здатність забезпечувати рослини усіма необхідними поживними речовинами, є ключовою характеристикою. Гумус, який утворюється в процесі мінералізації органічних решток, відіграє значну роль у підтриманні родючості, виступаючи як резерв поживних елементів. Тому при використанні ґрунтів, особливо для сільськогосподарських потреб, важливо створювати умови для постійного надходження органічних залишків, що сприяють формуванню гумусу [2].

В Україні, внаслідок різних природно-кліматичних умов, сформувалися численні типи ґрунтів, які відрізняються за рівнем родючості, механічним складом та умовами гумусо утворення. У північній частині країни, в поліській зоні, переважають дерново-підзолисті та сірі ґрунти. На заході лісостепової зони поширені темно-сірі ґрунти, тоді як у центральних частинах лісостепу та в степах України основними є чорноземи. Чорноземи є найбільш родючими ґрунтами, з вмістом гумусу до 9%, і складають майже 60% території України, що становить близько 25% всіх світових запасів цього типу ґрунтів.

Надмірне антропогенне навантаження на орні землі, зростання площ забудов і інфраструктури, вирубування лісів та інші негативні явища призводять до зниження родючості ґрунтів і їх деградації. Основними формами деградації є водна та вітрова ерозії, яким в Україні піддано приблизно 10-16 млн га сільськогосподарських угідь. Крім того, ґрунти страждають від окислення, підтоплення, заболочення і забруднення. Значну шкоду якості ґрунтів завдала аварія на Чорнобильській АЕС, а нині ґрунтовий покрив зазнає ушкоджень через бойові дії. Всі ці проблеми підкреслюють необхідність

розробки та впровадження заходів для відновлення родючості ґрунтів і її збереження для майбутніх поколінь.

У роботі розглядаються питання відновлення та підвищення родючості ґрунтів у контексті проведення землеустрою, який включає комплексні заходи з планування та організації використання земель на державному, регіональному та місцевому рівнях. Основна увага приділяється розробці проектних рішень для відновлення та покращення родючості ґрунтів в агроландшафтах як ключової складової сталого розвитку територіальних громад[4].

**Виклад основного матеріалу.** Ґрунт – це верхній родючий шар літосфери, який забезпечує життєву взаємодію всіх організмів на Землі. Він складається з різних органічних і неорганічних компонентів, є пухким і створює умови для циркуляції води, повітря та інших мікроелементів. Однією з його функцій є створення умов для росту рослин як природного, так і штучного походження.

Ґрунт є складним природним утворенням, здатним забезпечувати рослини всіма необхідними для їхнього розвитку умовами, зокрема водою і поживними речовинами. Ця здатність називається родючістю ґрунту. У ґрунтознавстві родючість трактують як функцію ґрунтоутворюючих процесів. В сільському господарстві основним показником родючості є урожай сільськогосподарських культур: чим вища родючість ґрунту, тим більший урожай культур.

Родючість ґрунту є ключовим фактором для росту рослин і визначає їхню врожайність. Поля з початково високою родючістю надають значну перевагу фермерам, проте їх необхідно підтримувати в хорошому стані, щоб уникнути виснаження землі.

Тому важливо враховувати роль добрив у підвищенні родючості ґрунту, а також у підтримці життєдіяльності мікроорганізмів і тварин (рис.1).



*Рис.1. Зліва зразок бурого ґрунту при традиційному землеробстві з використанням мінодобрив, а справа більш структурний, а тому й родючий, при застосуванні органічного (біодинамічного методу).*

З іншого боку, правильне коригування стану ґрунту дозволяє досягати високих врожаїв навіть на бідних полях. Якщо аграрії знають, як зберегти родючість ґрунту, вони можуть забезпечити високу продуктивність своїх сільськогосподарських угідь протягом багатьох років.

Родючість полів визначається їх здатністю забезпечувати високий врожай. Поля з високою родючістю багаті на поживні речовини, необхідні для нормального росту рослин. Завдяки наявності макро- та мікроелементів, сільськогосподарські культури швидше ростуть і краще протистоять шкідникам та хворобам [1].

Однак родючість ґрунту залежить не лише від його хімічного складу, але й від фізичних властивостей та наявності корисних мікроорганізмів. Азотфіксуючі бактерії, наприклад, сприяють вивільненню азоту, тоді як ущільнені ґрунти ускладнюють розвиток кореневої системи рослин і погано звожуються та аеруються.

Родючі поля мають велику кількість гумусу, і чим його більше, тим родючіша земля. Гумус утворюється з органічних залишків (рослинного та тваринного походження) завдяки діяльності ґрунтових мікроорганізмів. Найвищий рівень гумусу та, відповідно, родючість мають ґрунти чорноземи. Збільшити вміст гумусу на полях допомагають органічні добрива, такі як гній, пташиний послід, сидерати, покривні культури і пожнивні залишки. Окрім того, сівозмінна з використанням багаторічних трав також сприяє відновленню рівня органічних речовин у ґрунті.

У результаті господарської діяльності ґрунтовий покрив здатний втрачати гумус і змінювати свої властивості через інтенсивне ведення сільського господарства. Дослідження Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського показують, що кожні 10 років вміст гумусу в сільськогосподарських угіддях країни зменшується на 0,1%, або приблизно 350 кг гумусу на гектар ріллі.

Процеси, що ведуть до погіршення якості ґрунтів, називаються деградацією. Це є серйозною проблемою не тільки для України, але й для всього світу. Деградація ґрунтів негативно впливає на продовольчу безпеку, ефективність сільського господарства та екологічний стан навколишнього середовища.

Деградація ґрунтів проявляється у втраті їх хімічних, фізичних, біологічних та екологічних властивостей внаслідок природних або антропогенних причин. Окрім зниження вмісту гумусу, деградація проявляється у вигляді ерозії, підкислення, заболочення, засолення та забруднення.

- Ерозія – це природний процес, під час якого вода або вітер поступово зношують і руйнують верхній шар ґрунту.
- Підкислення – зміна рівня рН ґрунту під впливом дощу та снігу, що характерно для територій із великим обсягом опадів.
- Заболочення – підвищення вологості ґрунту через погіршення умов для випаровування, значну кількість опадів, високий рівень ґрунтових вод або їх підняття.
- Засолення – накопичення легко розчинних солей (сульфатів і карбонатів натрію, магнію, кальцію, хлоридів) у поверхневому шарі ґрунту.

- Забруднення – накопичення хімічних речовин, які негативно впливають на родючість і інші корисні властивості ґрунтів [3].

Для відновлення та підвищення родючості ґрунтів в агроландшафтах необхідно впроваджувати комплекс заходів, що відповідають принципам сталого розвитку. Це включає досягнення економічних, соціальних і екологічних вигод від використання земельних ресурсів, при цьому зберігаючи їх потенціал для задоволення потреб майбутніх поколінь.

Методи поліпшення стану ґрунтів:

1) Удосконалення обробки ґрунту: Багато експертів вважають, що слід перейти на безплужний обробіток ґрунту, щоб зберегти вологу та, відповідно, підвищити врожайність. Тому важливо зменшити обробіток ґрунту до мінімуму та шукати технології, які будуть найкраще відповідати специфічним умовам кожного господарства. Також слід враховувати, що обробка вологого ґрунту може призвести до серйозного переущільнення. Тому без термінової потреби не слід використовувати техніку на вологих полях.

2) Розробка сівозмін: Ґрунтознавці та практики наполегливо радять планувати сівозміни на 5-7 років уперед, включаючи в них не менше 30% бобових трав. Хоча планування на такий тривалий період може бути складним завданням через потреби ринку, які аграрії хочуть враховувати, важливо навчитися здійснювати довгострокове планування для досягнення хороших врожаїв. Незалежно від ситуації, слід дотримуватись оптимального планування ротації культур на полі. Найкраще планувати сівозміни завчасно; якщо довгострокове планування неможливе, варто принаймні планувати на 2-3 роки вперед. Це дозволить агроному краще контролювати стан ґрунтів і вибирати культури, враховуючи як оптимальні попередники, так і вплив кожної конкретної культури на структуру ріллі.

3) Використання сидератів та багаторічних трав: Фахівці зазначають, що на деяких ґрунтах неможливо досягти хороших врожаїв без застосування сидератів.

4) Використання біологічних засобів для захисту рослин: Біопрепарати є ефективним інструментом для підвищення врожайності. У світовій практиці ринок біопрепаратів зростає щорічно на 12-17%. Проте в Україні використання мікробних препаратів та знання про їхні технології залишаються на значно нижчому рівні в порівнянні з Європою та США. За кордоном вже давно усвідомили, що інтенсивне землеробство призводить до зменшення різноманітності ґрунтових мікроорганізмів і порушення хімічного та біологічного балансу ґрунтів, що, в свою чергу, знижує їх родючість. Тому важливо відновити природну рівновагу в ґрунті за допомогою корисних мікроорганізмів.

Крім того, біологічний захист акцентується забезпечувати природний захист рослин від хвороб і шкідників шляхом створення здорового ґрунтового середовища. Оскільки легше запобігти проблемі, ніж потім її вирішувати.

Українські біопрепарати, зокрема продукція компанії «БТУ-ЦЕНТР», завоювали довіру європейських споживачів завдяки своєму високому рівню якості та конкурентоспроможній ціні порівняно з місцевими аналогами.

5) Застосування гнойових компостів: Зниження обсягів тваринництва призвело до проблем із забезпеченням ґрунтів достатньою кількістю органічних добрив. Однак органічні речовини є необхідними для ґрунту, особливо в умовах його нинішнього стану. Тому внесення компостів повинно стати обов'язковою частиною аграрного виробництва. Технологія приготування компостів не є критично важливою.

б) Відновлення захисних лісових смуг: Лісові смуги захищають поля від ерозії верхнього шару ґрунту, виконують роль снігозатримання, допомагають регулювати мікроклімат агроценозів, створюють стабільні екосистеми та виконують багато інших важливих функцій. Тому відновлення та збереження захисних лісових смуг є надзвичайно важливим завданням сьогодні. Тим не менш, ці смуги продовжують активно знищуватися через незаконні вирубки, а їх нове насадження здійснюється не так активно. Тому цьому питанню слід приділити більше уваги.

7) Обробка рослинних решток: Це приносить користь не тільки ґрунту, але й самій сільськогосподарській діяльності. Для ефективного луцення стерні слід застосовувати деструктори та використовувати азотфіксуючі бактерії. Однак існує серйозна проблема спалювання пожнивних решток (соломи), яка досі актуальна на вітчизняних полях. Спалювання соломи фактично рівнозначне витратам грошей: у кожній тонні соломи міститься до 80 кг азоту, який міг би збагачувати ґрунт. Крім того, спалювання призводить до знищення біоти в ґрунті на глибині 2-3 см, що є суттєвими втратами. Ці втрати можна уникнути, відмовившись від спалювання пожнивних решток. Але просто заробляння решток у ґрунт також є непродуктивним [6].

**Висновок.** В результаті виконання статті досягнуто наступного:

Родючість ґрунту є критично важливою для розвитку рослин і безпосередньо впливає на їх врожайність. Початково родючі поля мають суттєву перевагу для фермерів, але їх слід підтримувати в належному стані, щоб уникнути виснаження землі. Родючість ґрунту визначається не лише його хімічним складом, але й фізичними властивостями та присутністю корисних мікроорганізмів.

Сільськогосподарські угіддя класифікуються за такими категоріями родючості: потенційна, природна, штучна та ефективна (або дійсна). Потенційна родючість ґрунту відображає наявність поживних речовин у доступній та недоступній формах. Природна родючість формується природним шляхом без антропогенного впливу. Штучна родючість досягається завдяки сільськогосподарській діяльності, такій як внесення добрив, сівозмін, зрошення, дренажу та обробка полів. Ефективна родючість визначається фактичним обсягом врожаю.

Основні фактори, що впливають на родючість ґрунту, включають: вміст гумусу, методи обробки поля, рівень ерозії ґрунту, рН землі на полі та баланс поживних речовин [5].

Результати досліджень підкреслюють важливість ефективного використання сільськогосподарських земель і підвищення їх родючості. Ґрунт є не лише середовищем для росту сільськогосподарських культур, а й складною екосистемою, що містить до сотень тисяч живих організмів.

Аналіз ґрунту є першим кроком для визначення його потреб. Однак заходи з покращення та підтримки родючості ґрунтів повинні враховувати не тільки агрохімічні та агрофізичні показники, але й тип землі на полях.

### Список використаної літератури

1. Аверченко В. І. Самойленко Н. М. Ґрунтознавство: навч. пос. Харків : Мачулін, 2018. 118 с.

2. Богіра М.С., Ярмолюк В.І. Землевпорядне проектування: Теоретичні основи і територіальний землеустрій: навч. посіб. К.: Аграрна освіта, 2011. 416 с.

3. Казьмір П.Г., Дроздяк М.В. Просторова організація агроландшафтів: навч. посіб. Львів: ЛДАУ, 2005. 154 с.

4. Калинич І.В., Гриник Г.Г., Ничвид М.Р. Геодезія: навчальний посібник. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2020. 248 с.

5. Мачульський Г.М., Пінчук О.В. Ґрунтознавство з основами географії ґрунтів: навч. посіб. GlobeEdit, 2023. 127 с.

6. Новаковська Л., Новаковська І. Еколого-економічні та правові проблеми охорони земель. *Вісник аграрної науки*. Том 95, № 11, 2017 С. 61-70.

**Оксана МЕЛЬНИК<sup>42</sup>,**

студентка 3-го курсу,

факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

## СТАН ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО РЕАКЦІЇ ҐРУНТОВОГО РОЗЧИНУ

*Анотація.* Стан ґрунтів у Вінницькій області, зокрема у зв'язку з реакцією ґрунтового розчину (часто вимірюється як рН ґрунту), є критичним фактором у визначенні здоров'я ґрунту, його родючості, а також придатності для різних сільськогосподарських практик. Різноманітність моделей у хімії ґрунтового розчину походить від хімічних реакцій і взаємодії між геохімічними та біологічними компонентами ґрунту. Поглинання

---

<sup>42</sup>Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., кандидата с.-г. наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ



поживних речовин рослинами має зворотний вплив на хімічний склад ґрунтового розчину. Процеси та моделі хімічного складу ґрунтового розчину та поглинання рослинами взаємодіють з багатьма іншими процесами та закономірностями в екосистемах. В даній статті йдеться про стан ґрунтів Вінницької області по відношенню до реакції ґрунтового розчину.

***Annotation.** The condition of soils in the Vinnytsia region, particularly in relation to the reaction of the soil solution (often measured as soil pH), is a critical factor in determining soil health, fertility, and suitability for various agricultural practices. The variety of patterns in soil solution chemistry comes from chemical reactions and interactions between geochemical and biological soil components. Absorption of nutrients by plants has an inverse effect on the chemical composition of the soil solution. Processes and patterns of soil solution chemistry and plant uptake interact with many other processes and patterns in ecosystems. This article deals with the condition of the soils of the Vinnytsia region in relation to the reaction of the soil solution.*

**Вступ.** Продуктивність сільського господарства залежить від якості орних земель, і аналіз ґрунту може вказати на існування проблеми з ростом рослин. Важливість аналізу ґрунту полягає в його здатності визначити придатність поля для сільського господарства в цілому або підібрати культури, які дадуть найкращу продуктивність.

Необхідно зазначити той вагомий чинник, що проведення регулярних досліджень ґрунту може надати цінну інформацію на місцях усім учасникам сільськогосподарської галузі, включаючи сільськогосподарські кооперативи, страхові компанії, банки, а також постачальників сировини або тих, хто займається збутом сільськогосподарської продукції. Відповідно на стан ґрунтів у Вінницькій області впливає реакція ґрунтового розчину.

**Метою** даної статті є вивчення сучасного стану ґрунтів Вінницької області за показниками реакції ґрунтового розчину.

**Виклад основного матеріалу.** Протягом історії людства наші відносини з ґрунтом впливали на нашу здатність вирощувати сільськогосподарські культури та впливали на успіх цивілізацій. Ці відносини між людьми, землею та сільськогосподарськими угіддями стверджують, що ґрунт є основою сільського господарства.

Сучасний стан ґрунтів Вінницької області, розташованої в центральній частині України, є предметом постійного вивчення та моніторингу, враховуючи важливість цієї території для сільського господарства. Вінницька область відома своїми родючими ґрунтами, зокрема чорноземами типовими, які є одними з найпродуктивніших у світі. Проте, як і в багатьох сільськогосподарських регіонах, ґрунти Вінниччини стикаються з рядом проблем, зумовлених як природними факторами, так і діяльністю людини. Нижче наведено характеристику поточного стану цих ґрунтів [1]:

1. Типи ґрунтів Вінницької області:

Чорноземи типові. Це переважаючі типи ґрунтів у Вінницькій області, відомі своєю високою родючістю, глибоким вмістом органічної речовини та задовільною структурою. Ідеально підходять для вирощування зернових, цукрових буряків, соняшнику.

Сірі лісові ґрунти. Дані ґрунти розташовані в центральній та північній частині регіону, ці ґрунти дещо менш родючі, ніж чорноземи, але все ще продуктивні, особливо для зернових та овочів.

Підзолисті ґрунти. Вони більш поширені в районах з великою кількістю опадів і, як правило, є більш кислими та менш родючими, що вимагає ретельного догляду. На території Вінниччини їх спостерігається значна кількість.

## 2. Родючість і вміст органічних речовин:

Зменшення органічних речовин. Безперервне вирощування, особливо інтенсивних культур, таких як кукурудза та соняшник, призвело до зменшення органічних речовин у деяких районах області. Це викликає занепокоєння, оскільки органічна речовина має вирішальне значення для структури ґрунту, утримання води та доступності поживних речовин.

Використання добрив. Для підтримки родючості ґрунту регіон значною мірою покладається на хімічні добрива, які якщо не використовувати належним чином, можуть з часом призвести до дисбалансу поживних речовин і деградації ґрунту.

## 3. Ерозія ґрунту:

Водна ерозія є значною проблемою, особливо на схилах, де практикується інтенсивне сільське господарство. Це призводить до втрати верхнього шару ґрунту, який є найбільш родючим, і може знизити продуктивність ґрунту.

Вітрова ерозія. У південних районах Вінницької області вітрова ерозія також викликає занепокоєння, особливо на полях, які залишаються оголеними без покривних культур протягом певної пори року.

## 4. Кислотність ґрунту:

Підкислення. На деяких територіях, особливо на сірих лісових ґрунтах, спостерігається підкислення ґрунту. Частково це пов'язано з тривалим використанням азотних добрив і вимиванням основних катіонів, що знижує рН ґрунту та впливає на доступність поживних речовин.

Застосування вапна. Для того, щоб протидіяти підкисленню, у деяких районах Вінницької області застосовують вапно, але ця практика має бути більш поширеною з тією метою, щоб забезпечити належний стан ґрунту.

## 5. Ущільнення та структура ґрунту:

Ущільнення ґрунту. Використання важкої техніки в сільському господарстві призвело до ущільнення ґрунту на певних ділянках, що зменшує пористість ґрунту, обмежує ріст коренів і погіршує проникнення води.

Втрата структури. Безперервний обробіток ґрунту без належної сівозміни або використання покривних культур може призвести до руйнування структури ґрунту, що робить ґрунт більш сприйнятливим до ерозії та знижує його продуктивність [2].

## 6. Забруднення ґрунту:

Хімічні залишки. Використання пестицидів і гербіцидів, необхідне для боротьби зі шкідниками та бур'янами, може призвести до накопичення хімічних залишків у ґрунті. Це може вплинути на стан ґрунту, активність мікроорганізмів і, зрештою, на врожайність.

Промислове та міське забруднення. У районах поблизу промислової діяльності або міських центрів забруднення ґрунту важкими металами та іншими забруднювачами викликає занепокоєння. Однак це більш локалізовано і не поширене по всьому регіону.

## 7. Засолення:

Місцеве засолення. У деяких низинних районах Вінницької області із поганим дренажем існує ризик засолення ґрунту. Це може статися, коли зрошення здійснюється неправильно, що призводить до накопичення солей у ґрунті, що може серйозно вплинути на врожайність.

## 8. Вплив зміни клімату:

Зміни температури та опадів. Зміна клімату спостерігається і на Вінниччині: зміни температури та режиму опадів можуть вплинути на вологість ґрунту, ріст культур і ризик ерозії.

Посухи та нестача води. У регіоні були періоди посухи, що може призвести до висихання ґрунту та втрати органічної речовини. І навпаки, сильні дощі можуть посилити ерозію та вимивання поживних речовин.

## 9. Стан ґрунтів та заходи щодо їх відновлення:

Зберігаюче сільське господарство. На даний час зростає кількість впровадження методів зберігаючого землеробства, таких як скорочення обробітку ґрунту, сівозміна та використання покривних культур, які допомагають покращити структуру ґрунту, збільшити вміст органічної речовини та зменшити ерозію.

Органічне землеробство. Деякі регіони переходять на органічне землеробство, яке уникає використання синтетичних хімікатів і зосереджуються на збільшенні родючості ґрунту за допомогою природних методів, таких як компостування та зелене добриво.

Агролісівництво та лісовідновлення. Ці практики заохочуються для відновлення деградованих земель, запобігання ерозії та покращення біорізноманіття.

Таким чином, ґрунти Вінницької області, незважаючи на високу продуктивність, стикаються з проблемами, які вимагають ретельного управління для збереження їх родючості та стійкості. Такі проблеми, як ерозія ґрунту, підкислення та втрата органічної речовини, необхідно вирішувати за допомогою вдосконалення методів ведення сільського господарства, таких як консерваційне землеробство, належне внесення добрив та впровадження методів сталого управління землею. Постійний моніторинг, дослідження та впровадження найкращих практик мають важливе значення для забезпечення довгострокового належного стану та продуктивності цих цінних ґрунтів [3].

На рис. 1 вказано карту ґрунтів Вінницької області.

Важливо врахувати те, що регулярне тестування ґрунту є важливим для моніторингу рН ґрунту та визначення місцевостей у Вінницькій області, де потрібні коригування. Це допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо змін ґрунту та внесення добрив.

Необхідно взяти до уваги те, що у районах, де підкислення ґрунту викликає занепокоєння, застосування вапна (карбонату кальцію) є звичайною практикою для підвищення рН ґрунту. Вапнування нейтралізує кислотність ґрунту, покращуючи доступність поживних речовин і загальний стан ґрунту.

Беззаперечним чинником є те, що вибір добрив, які менш імовірно підкислять ґрунт або містять компоненти, що стабілізують рН, може допомогти підтримувати збалансований рН ґрунту. Наприклад, уникнення надмірного використання добрив на основі амонію може запобігти підкисленню ґрунту.



*Рис 1. Карта ґрунтів Вінницької області [4].*

Додавання органічної речовини через поживні залишки, сидерати та компост може сприяти буферизації рН ґрунту та покращенню структури ґрунту. Сівозміна з бобовими також може підвищити родючість ґрунту та допомогти стабілізувати рівень рН.

Правильний дренаж і зрошення можуть запобігти надмірному вимиванню та допомогти підтримувати рН ґрунту. Управління заболочуванням і забезпечення адекватної аерації ґрунту також важливі для підтримки здорових умов ґрунту у Вінницькій області та Україні в цілому.

На жаль у Вінницькій області останнім часом спостерігається посилення процесів ерозії у межах землекористування даного регіону, котре зумовлене порушенням території розорювання, а також занепадом лісомеліорації, тобто заліснення схилів та ярів. Окрім цього також простежується погіршення стану полезахисних лісосмуг Вінницької області, нехтування правилами ерозійно безпечного землекористування. Відповідно деградація ґрунтів має далекосяжні негативні наслідки і слід намагатися їм протидіяти з метою покращення стану ґрунтів. Ґрунтовий розчин, який є рідкою фазою ґрунту, що містить розчинені поживні речовини, органічні сполуки, гази та інші речовини, відіграє вирішальну роль у визначенні загального стану ґрунту Вінницької області. Як відомо, ґрунтовий розчин впливає на різні властивості ґрунту та процеси впливаючи на ріст рослин, родючість ґрунту та екосистему в цілому.

Нижче наведено характеристики того, як ґрунтовий розчин впливає на стан ґрунту Вінницької області [5]:

#### 1. Доступність поживних речовин:

- Розчинення поживних речовин. Ґрунтовий розчин є середовищем, через яке основні поживні речовини розчиняються та стають доступними для рослин. Такі поживні речовини, як азот (N), фосфор (P), калій (K), кальцій (Ca), магній (Mg) та інші поглинаються корінням рослин із ґрунтового розчину.

- Баланс поживних речовин. Концентрація різних поживних речовин у ґрунтовому розчині впливає на їх доступність. Наприклад, дисбаланс у концентрації певних іонів може призвести до дефіциту або токсичності, що може негативно вплинути на здоров'я рослин.

#### 2. Кислотність ґрунту:

- Регулювання рН. Важливо зазначити те, що рН ґрунтового розчину є критичним фактором, який впливає на розчинність поживних речовин і мінералів у ґрунті. У кислих ґрунтах (низький рН) певні поживні речовини, як-от алюміній (Al) і залізо (Fe), стають більш розчинними та можуть досягати токсичних рівнів, тоді як інші, як-от фосфор, стають менш доступними. У лужних ґрунтах (високий рН) такі поживні речовини, як цинк (Zn), марганець (Mn) і залізо (Fe), стають менш доступними.

- Буферна здатність. Ґрунтовий розчин сприяє буферній здатності ґрунту, яка є здатністю протистояти змінам рН. Ґрунти з хорошою буферною здатністю можуть підтримувати стабільні рівні рН, запобігаючи різким змінам, які можуть зашкодити росту рослин.

#### 3. Засолення ґрунту:

- Концентрація солі. Варто врахувати те, що ґрунтовий розчин містить розчинені солі, і концентрація цих солей впливає на засолення ґрунту. Високі концентрації солі можуть призвести до засолення ґрунту, що погіршує поглинання води рослинами, викликає осмотичний стрес і може призвести до накопичення токсичних іонів у рослинах.

- Управління засоленням. Управління зрошенням і дренажем має важливе значення для контролю вмісту солі в ґрунтовому розчині, а також запобігання засолення.

#### 4. Структура та агрегація ґрунту:

- Вплив на частинки ґрунту. Склад ґрунтового розчину, зокрема типи та концентрації катіонів (наприклад, кальцію, натрію, магнію), впливає на структуру ґрунту. Кальцій і магній сприяють гарній структурі ґрунту, допомагаючи утворювати стабільні ґрунтові агрегати, тоді як високий рівень натрію може спричинити розсіювання частинок ґрунту, що призводить до поганої структури та ущільнення [6].

- Вплив на пористість. Добре оструктурений ґрунт має хорошу пористість, що забезпечує належний рух повітря та води. Погана структура ґрунту, викликана незбалансованим ґрунтовим розчином, може зменшити пористість, що призведе до заболочування або поганого дренажу.

#### 5. Мікробіологічна активність ґрунту:

- Кругообіг поживних речовин. Слід вказати на те, що ґрунтовий розчин забезпечує необхідні поживні речовини для ґрунтових мікроорганізмів, які відіграють вирішальну роль у кругообігу поживних речовин. Відповідно діяльність мікроорганізмів сприяє розкладанню органічних речовин, вивільняючи поживні речовини назад у ґрунтовий розчин у формах, які рослини можуть поглинати.

- Належний рівень живих мікроорганізмів. Слід взяти до уваги те, що хімічний склад ґрунтового розчину, включаючи рН і вміст поживних речовин, впливає на різноманітність і активність ґрунтових мікроорганізмів. Збалансований ґрунтовий розчин сприяє здоровій мікробній спільноті, тоді як дисбаланс може зменшити мікробну активність і різноманітність.

#### 6. Вологість ґрунту та утримання води:

- Наявність води. Необхідно зауважити те, що ґрунтовий розчин містить воду, доступну для поглинання рослинами. Здатність ґрунту утримувати воду та робити її доступною для рослин залежить від текстури ґрунту, структури та вмісту органічної речовини, на які впливає ґрунтовий розчин.

- Капілярна дія. Ґрунтовий розчин сприяє капілярній дії, яка допомагає розподіляти воду та розчинені поживні речовини по всьому профілю ґрунту. Погане управління вологістю ґрунту може призвести до таких проблем, як посуха або заболочування, що простежується сьогодні у Вінницькій області.

#### 7. Токсичність ґрунту:

- Наявність токсичних речовин. Доцільно врахувати той чинник, що ґрунтовий розчин може містити токсичні речовини, такі як важкі метали (наприклад, свинець, кадмій, ртуть) або надлишок солей. Ці речовини можуть поглинатися рослинами, що призводить до токсичності та негативного впливу на здоров'я та врожайність рослин.

- Вилуговування та забруднення. Забруднювачі, розчинені в ґрунтовому розчині, можуть вимиватися в ґрунтові або поверхневі води, спричиняючи забрудненню не тільки ґрунтів, але й навколишнього середовища. Правильне використання сільськогосподарських ресурсів, таких як добрива та пестициди, має важливе значення для запобігання забрудненню.

#### 8. Взаємодія рослин і ґрунту:

- Поглинання коренем. Варто зазначити те, що ґрунтовий розчин є середовищем, через яке коріння рослин поглинає воду та поживні речовини. Ефективність цього процесу поглинання залежить від концентрації та наявності поживних речовин у розчині.

- Кореневі екsudати. Дуже важливо врахувати те, що рослини виділяють кореневі виділення в ґрунтовий розчин, що може впливати на доступність поживних речовин і активність ґрунтових мікробів. Ці екsudати можуть посилити поглинання поживних речовин або змінити кислотність ґрунту в ризосфері (зоні кореня).

#### 9. Показники належного стану ґрунту:

- Хімічні показники: склад ґрунтового розчину, включаючи його рН, електропровідність (міра солоності) і концентрацію поживних речовин, служить індикатором стану ґрунту. Регулярне тестування ґрунтового розчину може надати цінну інформацію для управління родючістю ґрунту та вирішення потенційних проблем [7].

Отже, ґрунтовий розчин є життєво важливим компонентом ґрунтової екосистеми, який безпосередньо впливає на стан ґрунту, його родючість і ріст рослин. Він впливає на доступність поживних речовин, рН ґрунту, мікробну активність і структуру ґрунту, що є вирішальним для підтримки продуктивних і стійких сільськогосподарських систем Вінницької області. Слід наголосити на тому, що правильне управління ґрунтовим розчином за допомогою таких практик, як збалансоване внесення добрив, регулювання рН і управління водними ресурсами, має важливе значення для забезпечення довгострокового здоров'я та продуктивності ґрунту.

**Висновок.** Отже, ґрунти Вінницької області, незважаючи на те, що вони в цілому родючі, потребують дбайливого поводження з підтримкою оптимального рівня кислотності для сільськогосподарського виробництва. Варто врахувати те, що регулярний моніторинг, належне використання добавок до ґрунту, таких як вапно, і методи сталого землеробства є важливими для підтримки належного стану ґрунту та відповідно це сприятиме забезпеченню довгострокової сільськогосподарської продуктивності в регіоні. Цінна інформація про вміст поживних речовин дозволяє точно вносити добрива, які відповідають потребам рослин у рамках методів точного землеробства. Тому хімічний аналіз поживних речовин ґрунту є найбільш поширеним.

### Список використаної літератури

1. Гулько О. Ефективність використання еколого-економічних чинників у потенціалі земельних ресурсів Вінницької області. Технічні науки та технології. 2022. № 3(29). С. 186-191.

2. Еколого-географічна характеристика Вінницької області. Екограф. URL: <http://www.geograf.com.ua/library/geoinfocentre/20-human-geography-ukraine-world/267-ref22041101> (дата звернення: 21.08.2024).

3. Кутняк О. Дослідження та аналіз агроекологічного стану ґрунтів с. Агрономічне Вінницького району та розробка заходів щодо їх покращення.

URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/18009.pdf>.

4. Мельник В.О., Миронова Г.В. Вплив на екологічний стан ґрунтів інтенсивного землеробства та садівництва. The scientific heritage. 2020. № 48. Ч.3. С. 8-13.

5. Дегтярьов В. В., Крохін С. В., Дегтярьов Ю. В., Гавва Д. В. Охорона ґрунтів: навч. посіб. Харків, 2023. 276 с.

6. Тітаренко О.М. Еколого-фітоценотична оцінка природних кормових угідь в умовах техногенного навантаження Лісостепу Правобережного: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 194 с.

7. Третяк А.М. Земельні ресурси та їх використання: навч. посіб. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2022. 304 с.

**Анна МУСІЙЧУК<sup>43</sup>,**  
студентка 4-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПОТЕНЦІАЛ МІНЛИВОСТІ КУЛЬТУРНОГО ЖИТА ТА ЙОГО МОРФОЛОГІЧНИХ, ФІЗІОЛОГІЧНИХ І БІОХІМІЧНИХ ОЗНАК**

***Анотація.** Житоозиме в нашій країні є другою важливою після пшениці культурою. Продовольча цінність його визначається значним вмістом в зерні білків (12,8 %) та вуглеводів (69,1%). Жито озиме має важливе агротехнічне значення. Завдяки сильному кущенню і швидкому росту навесні воно пригнічує бур'яни, навіть багаторічні, і є добрим попередником для інших культур. Порівняно з пшеницею жито озиме більш молода культура. Вважають, що воно походить від бур'янисто-польового жита, яке і тепер засмічує посіви озимої пшениці в Закавказзі, у країнах Південно-Східної Азії. Як культура жито озиме формувалося на території Ірану, Туреччини та Закавказзя. У даній статті розглядається потенціал мінливості жита. Детально розкрито потенціал мінливості морфологічних, фізіологічних та біохімічних ознак. Дізналися про особливості потенціалу мінливості посівного жита, історію його виникнення та які площі посіву ця культура займає в Україні і в цілому світі.*

***Ключові слова.** Мінливість, жито, морфологічні ознаки, фізіологічні ознаки, біохімічні ознаки, гібриди.*

***Annotation.** Winter rye in our country is the second most important crop after wheat. Its nutritional value is determined by the significant content of proteins*

---

<sup>43</sup>Науковий керівник: Аралова Т.С., кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.



(12.8%) and carbohydrates (69.1%) in the grain. Winter rye has agrotechnical significance. Thanks to strong tillering and rapid growth in spring, it suppresses weeds, even perennial ones, and is a good precursor for other crops. Compared to wheat, winter rye is a younger crop. It is believed that it comes from weedy field rye, which even now litters winter wheat crops in Transcaucasia, in the countries of Southeast Asia. As a culture, winter rye was formed on the territory of Iran, Turkey and Transcaucasia. This article deals with the variability potential of rye. The topics of variability of morphological, physiological and biochemical features are revealed in detail. We learned about the peculiarities of the variability potential of seeded rye, the history of its emergence, and what areas of sowing this crop occupies in Ukraine and in the whole world.

**Key words.** Variability, rye, morphological characters, physiological characters, biochemical characters, hybrids.

**Вступ.** Жито посівне (*Secale cereale*) – рослина родини тонконогових, близько пов'язана з ячменем та пшеницею, що широко вирощується для отримання зерна та як кормова культура. Зерно посівного жита використовується для виготовлення певних сортів хліба, пива, віскі, горілки та інших продуктів, також часом споживається в їжу цільне зерно, приготовлене у вигляді каші.

Посівне жито (Рис. 1) є одним з близько 5 видів роду жито(*Secale*). Воно може мати диплоїдний або тетраплоїдний набір хромосом ( $2n=14$ ,  $4n=28$ ). Вид об'єднує понад 40 різновидностей. Також вирощується міжвидовий гібрид посівного жита з пшеницею – тритикале.



**Рис. 1. Жито посівне.**

Культурне жито виникло із бур'янисто-польового, яке засмічувало посіви пшениці. Порівняно з пшеницею жито більш молода культура. Походить з країн Південно-Східної Азії, Туреччини та Закавказзя. Перші відомості про вирощування жита в Росії відносяться до IX ст. На території України вперше почали вирощувати в першому тисячолітті до н.е. Тепер жито вирощують у всіх країнах Західної Європи і США. У світовому землеробстві жито займає одне з останніх місць серед зернових злакових культур (близько 20 млн га) [1].

Посівна площа жита на Україні 650–700 тис. га. Основні площі посіву зосереджені на Поліссі. Вирощують жито і в Лісостепу. Середня врожайність жита нижча, ніж пшениці, тому що його висівають на більш бідних ґрунтах. Проте якщо жито вирощувати на родючих ґрунтах і вносити достатню кількість добрив, воно потенційно спроможне формувати більш високі врожаї, про що свідчить передовий досвід. Наприклад, на сортодільницях України його врожайність досягла 45–60 ц/га.

**Виклад основного матеріалу.** Рід *Secale L.* відноситься до сімейства *Poaceae*, триби *Triticeae* і роду *Secale L.* Інформація про видовий склад роду жита постійно вдосконалюється завдяки розробці нових методів, які сприяють вивченню видової диференціації. В даний час при розробці систематики видів використовуються багато характеристик (морфологія, анатомія, ембріологія, каріологія, цитогенетика, молекулярна біологія, репродуктивна сумісність, територіальна ізоляція). Удосконалення системних підходів призвело до інтеграції сортів жита та визнання М.І. Вавиловим. Сучасна систематика жита базується на ідентифікації природних видів, що відрізняються комплексом ознак і характеристик, сприяючи збереженню виду не тільки в монокультурі, а й у кооперативному вирощуванні [2].

Аналіз попередньо відібраних схрещувань видів жита показав відсутність репродуктивних бар'єрів для всіх однорічних і багаторічних видів. Повна або часткова несумісність виявлена лише при схрещуванні багаторічних і однорічних видів і однорічних видів *S.cereale*, *S.iranicum*, *S.silvestre*.

Рід *Secale L.* представлений у культурі та природі двома видами та сортами з диплоїдним набором хромосом ( $2n=14$ ). Тетраплоїдне жито ( $4n=28$ ), отримане штучним шляхом. У багатьох видів жита відомі рослини з додатковими або В-хромосомами. Багато дослідників вважають, що різниця в кількості хромосом зумовлена різними екологічними умовами в місцях вирощування популяцій. Найбільшу різноманітність за кількістю В-хромосом (від 1 до 8) виявлено у культурного жита *S.cereale*, менше – у *S.montanum* (1–2), *S.silvestre* (2).

Додаткові форми хромосом жита були вперше виявлені Г.А. Левитським на препаратах *S.cereale*. Виявилося, що додаткові хромосоми відрізняються за морфологією від 14 хромосом у диплоїдному наборі тим, що їх довгі плечі були дуже нерівними, а короткі плечі виглядали як маленькі голівки. Подальші каріологічні дослідження показали, що форма додаткових хромосом у різних видів, сортів і популяцій жита відповідає опису Г.А. Левитського, тільки розмір цих хромосом змінюється в залежності від ситуації.

Хромосоми, які складають каріотип жита, характеризуються дивовижною подібністю у довжині та основних морфологічних ознаках. Винятком є пара хромосом-супутників, які легко розпізнаються під мікроскопом. Відповідно до індексу плеча всі хромосоми можна класифікувати на два або три класи. Тобто дві пари хромосом з приблизно однаковими плечами, дві пари хромосом з нерівними плечами і дві пари хромосом з дуже нерівними плечами. Окремо розглядаються сателітні пари хромосом.

Хромосоми видів жита відрізняються за розміром. Найкоротший спостерігається у *S.silvestre*, а найдовший – у *S.cereale*. На сьогодні каріотип *S.cereale* вивчено більш детально. Порівняно з іншими видами, його хромосоми містять найбільшу кількість гетерохроматину. Різницеві спектри показують, що хромосоми жита значно відрізняються від хромосом пшениці. Тільки хромосоми жита містять теломерний гетерохроматин у великих блоках на своїх коротких плечах, а всі без винятку хромосоми мають маленькі центромерні блоки. Цей факт можна використати для виявлення їх у міжвидових гібридах жита та пшениці з різним складом геному [3].

Жито посівне як природний вид є диплоїдною формою ( $2n=14$ ). В останні десятиріччя селекціонерами створене через подвоєння кількості хромосом у клітинах тетраплоїдне жито ( $4n=28$ ), сорти якого формують крупне зерно (маса 1000 зерен досягає 50–55 г), міцну, стійку проти вилягання соломину.

Посівне жито відзначається добре розвиненою кореневою системою, яка проникає у ґрунт на глибину до 1,5–2 м і завдяки високій фізіологічній активності легко засвоює з ґрунту поживні речовини з важкорозчинних сполук. Вузол кущіння у жита формується на трохи меншій глибині від поверхні ґрунту (1,7–2 см), ніж у пшениці (2–3 см). Коли насіння загортається глибоко, жито закладає два вузли кущіння: перший – глибоко, а пізніше другий – близько до поверхні ґрунту, який стає головним. Інтенсивність кущіння у жита досить висока – кожна рослина утворює 4–8 пагонів, а за сприятливих умов – до 50–90. Стебло – порожниста соломина, гнучке, вкрите восковим нальотом, утворює 5–7 міжвузлів. Верхівка останнього міжвузля опушена. Висота стебла залежно від умов вирощування та сорту коливається від 70 до 180–200 см (у середньому 80–100 см). Листки шорсткі, покриті восковим нальотом. Довжина листкової пластинки – 15–30, ширина – 1,5–2,5 см. В основі пластинки міститься короткий язичок і короткі голі або слабо опушені вушка [2].

Потенціал мінливості жита культурного (Рис. 2) передусім виявляється в ході вивчення між популяційного та внутрішньо популяційного різноманіття. За перехресного запилення популяції поліморфні. Насамперед у них виявляється фізіологічний поліморфізм за сумісністю. Крім того, в популяціях жита виявляється мінливість за морфологічними, фізіологічними, біохімічними, каріологічними ознаками. Найбільш поліморфні популяції бур'яно-польового жита. У сортових популяціях поліморфізм за морфологічними ознаками рослин виражено нечітко, однак детальні дослідження дозволяють і в них виявляти різні спадкові варіанти [4].



Рис. 2. Жито культурне

Значне генетичне різноманіття містить популяція жита в прихованому стані, воно зумовлене рецесивним алелями в гетерозиготних рослин. Виявлення таких генів здійснюють методом інбридингу.

Іноді поява різних спадкових новоутворень виявляється і в нащадків від схрещування між рослинами з різних популяцій, так виявляють спадкове різноманіття жита під час вивчення між популяційних відмінностей.

В останні роки в літературі все частіше з'являються повідомлення про використання методу індукованого мутагенезу для вивчення потенціалу спадкового різноманіття жита. Труднощі у використанні цього методу пов'язані також із неможливістю отримувати індивідуальних нащадків від оброблених мутагенами рослин через їх автостерильність.

Зазвичай карликові форми характеризуються зміною комплексу ознак. Неодноразово описано карлики «пшеничного» типу з щільним, майже безостим колосом, вкороченими листками та зернівками. Такі карлики позначені як тип *compactum* або як «безості» (*awnless*). Другий тип, карликові, крім малої кількості стебел характеризується великою кількістю вузлів, вузьким листям, тонкими стеблами, підвищеною куцистістю та подовженням нижніх міжвузлів. Такого карлика позначили як тип *multinodosum* або «гілкуючий» (*branched*). Обидва описані типи карликів мають чіткі відмінності в будові колоса. Описані також карликові форми з колосом нормальної структури – карликовий тип, карликові з просторовими розетками. Розрізняють «трав'янисті» карликові типи, тобто трав'янисті – зігнуті стебла, вузькі закручені листя, недорозвинені волоті та інші карликові форми [5].

Морфологічна будова рослин жита з селекційної точки зору є важливим показником для визначення біологічних і господарсько цінних ознак, особливо продуктивності. Ознаці «стійкість при виляганні» при створенні сильних сортів а також міцності і висоті соломиниселекціонери і генетики приділяють особливу увагу.

Різнманітність морфології листків пов'язана з наявністю або відсутністю язиків (язичків) і вушок, а також типом і щільністю волосків на листових пластинках і піхвах. У деяких форм спостерігається згортання (гофрування) листової пластинки одного або двох листків, тоді як у інших форм багато листових пластинок поділені поздовжньо на дві або три частини – у *fiscifolius* типу та інших форм – зовнішній вигляд листа пластина під час раннього формування сухої волоті. Описані чіткі відмінності у волосистості листових пластинок і листових піхв різних типів, особливо ворсистості листових піхв двох нижніх листків [4].

У інбредних лініях спостерігаються зміни рівня розвитку кореневої системи: зниження зародкового первинного розвитку коренів і здатності до формування вторинних кореневих систем

Відмінності в морфології колосся жита пов'язані з будовою квіткових і колосових лусок, колючок, ламкістю, формою, опушеністю. Друга з двох давно описаних форм розгалуження колоска – *compositum* (з листовими гілками) і *monstrosum* (сильно розгалужена волоть із збільшеною кількістю колосків,

квіток і окремих лусочок) при ізольованому розведенні чітко зберігається. Інша форма з унікальними змінами в волотях називається *elymoides* – характеризується наявністю додаткової волоті на проекції осі колоса, але відзначена нестабільність прояву цієї ознаки всередині рослини. Є також кілька гіллястих колосків карликових рослин *Monstrosum* і *Compactum*.

Для колоскових лусок відмічено мінливість за довжиною, формою (ланцетна чи ромбічна), опушенням, наявністю війок і остеподібного придатка. В інбредних нащадків виявлено появу рослин з численними приймочками у квітах і без тичинок – форма *multipistillate*.

Порівняльне вивчення зразків світової колекції жита відкрило значну міжпопуляційну мінливість за кількісними характеристиками морфологічної структури рослин жита: за куцистістю, довжиною та щільністю колоса, кількістю квіток і зерен в колосі, за крупністю зерна (маса 1000 зерен). Ці дослідження дозволили виявити зразки, перспективні для використання в селекції з метою отримання карликових (105–145 см), товстостеблових (3,8–4,3 мм) рослин з підвищеною стійкістю до полягання, крупнішим колосом із більшою кількістю зерен (50–64 штук), підвищеною крупністю зерен (маса 1000 зерен 34–43 г), з високою продуктивною куцистістю (5,5–7,2 колосів на рослину).

Види роду *Secale* відрізняються за способом виникнення. Підвид *S. montanum* (за системою В.Д. Кобилянського) характеризується багаторічним типом розвитку, що полягає у здатності рослини протягом кількох років відновлювати ріст пагонів і відростати. Жито культурне – однорічна рослина, має яру та озиму форми. Описані також форми, у яких колосся формується лише дуже пізно під час весняної сівби. Подібні рослини також були знайдені у інбредних нащадків зимового типу. Остання ситуація поєднує різноманіття типів розвитку зі швидкістю розвитку (скорослість).

Важливим фізіологічним показником рослин жита є реакція на пошкодження патогенними грибами (бура та стовбутова іржа, борошниста роса, снігова пліснява, стовбурові гнилі) [3]. Дослідження колекцій жита в усьому світі показало, що зразки містили форми з відносно високою стійкістю до борошнистої роси, бурої іржі, стеблової іржі та снігової плісняви, а також форми, стійкі до пошкоджень і було встановлено, що в окремих випадках були зразки з дещо зниженою врожайністю. Із зразка жита виділено форму з високою стійкістю до бурої іржі та плісняви Купріянова (*S. Montanum*). Шляхом різних типів схрещувань ці властивості передаються культурним видам жита.

Характерною ознакою рослини жита є наявність воскового нальоту на листках, стеблах і колосках. Хімічний склад воскового покриття виявився однаковим для жита, твердої пшениці та тритикале.

Сьогодні під час досліджень популяцій різних сортів жита виявлено понад 200 різних варіантів спектру альтернативних білків зерна – гліадинів. Водночас доведено, що видова різноманітність такого спектру неоднакова в різних породних популяціях.

Були проведені все більш інтенсивні дослідження, щоб продемонструвати внутрішньопопуляційну та міжлінійну різноманітність жита на основі якісного складу різних ферментних систем, таких як естерази, пероксидази та аспартатамінотрансферази.

Багато біохімічних властивостей мають велике значення для господарської якості сортів жита. Показники амілолітичної активності зерна визначають стійкість зерна до проростання коренів, що є однією з найважливіших ознак. У світовій колекції жита є зразки, які за висотою амілограми (290–390 одиниць) і кількістю падіння (190–300 секунд) значно перевищують світовий стандарт сорту Отелло [5].

**Висновок.** Потенціал мінливості морфологічних, фізіологічних та біохімічних ознак жита культурного є досить широким, що дає змогу селекціонерам та генетикам використовувати його спектр в селекційній практиці для отримання високопродуктивних сортів культури.

### Список використаної літератури

1. Жито посівне.

URL:[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%82%D0%BE\\_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B5](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%82%D0%BE_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B5). (Дата звернення 05.09.2024)

2. Чекалін М.М. та ін. Селекція і генетика окремих культур: навчальний посібник. Полтава. 2008. 276с.

3. Зінченко О. І. та ін. Рослинництво: підручник. К.: Аграрна освіта. 2001. 591 с.

4. Васильківський С. П. та ін. Спеціальна генетика сільськогосподарських культур: навчальний посібник. 2011, 229с.

5. Бугайов В. Д. та ін. Спеціальна селекція польових культур: Біла Церква. 2010. 368 с.

**Владислав ПРИСЯЖНЮК<sup>44</sup>,**  
студент 5 курсу денної форми навчання,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
інницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### ОЦІНКА СОРТІВ СОЇ ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ВИЛЯГАННЯ ТА ЗЕРНОВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ

*Анотація.* Вибираючи сорти для зони Лісостепу, головними критеріями слід вважати їх високу пластичність до строків сівби, стійкість до несприятливих умов, вилягання, розтріскування та здатність максимально

---

<sup>44</sup>Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

реалізувати генетичний потенціал у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. За рахунок сортів рослин із новими властивостями можна значно компенсувати негативний вплив ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Найвище число продуктивних вузлів на рослину серед сортів з тривалістю вегетаційного періоду в межах 112 – 120 діб було зафіксоване у сорту Еврідіка –  $14,17 \pm 1,08$ , як і кількість бобів на рослині та найвища стійкість до вилягання.

**Ключові слова:** сорт, соя, вилягання, зернова продуктивність, тривалість вегетації.

**Annotation.** When choosing varieties for the Forest-Steppe zone, the main criteria should be their high plasticity before sowing, resistance to adverse conditions, lodging, cracking, and the ability to maximize genetic potential in specific soil and climatic conditions. Plant varieties with new properties can significantly compensate for the negative impact of soil and climatic growing conditions. The highest number of productive nodes per plant among the varieties with a growing season of 112-120 days was recorded in the Eurydica variety -  $14.17 \pm 1.08$ , as well as the number of beans per plant and the highest lodging resistance.

**Keywords:** variety, soybean, laying, grain productivity, duration of vegetation.

**Вступ.** Проблема білкового дефіциту в продуктах харчування населення для багатьох регіонів земної кулі в наш час стає все гострішою. Вирішити її можна, головним чином, за рахунок вирощування зернобобових культур, особливе місце серед яких належить такій універсальній культурі, як соя [1].

В Україні інтерес до сої зростає в усіх ґрунтово-кліматичних зонах: розширюється соєве поле, вона повноправно включається в сівозміни основних землеробських регіонів. Тепер наша країна за обсягами виробництва сої посідає перше місце в Європі, восьме – у світі, має найкращі перспективи для нарощування виробництва і формування значних експортних її ресурсів. Як біологічний азотофіксатор, соя - один з найкращих попередників у сівозміні, бо стабілізує зростання виробництва зерна і зміцнює економіку господарств [1, 2].

Однією з головних умов гарантованого вирощування сортів сої є оптимальний вегетаційний період для даного регіону. Тому оптимізація періоду вегетації являється одним із завдань у селекції сої. Сорти сої, на відміну від сортів зернових культур, пристосовані до вузьких діапазонів географічних широт [2, 3].

Висота прикріплення нижнього бобу є важливою ознакою, яка визначає придатність сорту до механізованого збирання. За даними вітчизняних і зарубіжних дослідників, втрати врожаю від низького прикріплення нижніх бобів можуть становити від 3 до 20%. Варіювання фенотипного вираження цієї ознаки досить значне і досягає 22,3%, причому спадкові фактори визначають лише 28% мінливості, а решта залежить від умов вирощування рослин. Проте існування форм сої з високим (14-18 см) та дуже високим (вище 18 см)

прикріпленням нижнього бобу вказує на можливість ефективного добору за цією ознакою [3, 4].

З іншої сторони, комплексна дія факторів середовища викликає різкі коливання урожайності сої за роками та залежно від умов вирощування. Тому актуальним є подальше підвищення урожайності сортів сої за рахунок вдосконалення і покращення прояву цінних господарських ознак та адаптивності сортів в цілому до умов навколишнього середовища [1-4].

Мета дослідження полягає у проведенні оцінки за комплексом цінних ознак сортів, виділенні вихідних форм для штучної гібридизації та покращенні прояву цінних ознак в новому гібридному потомстві при створенні нових сортів сої.

Відповідно до мети були поставлені такі завдання:

- здійснити аналіз літературних джерел за темою досліджень;
- провести фенологічні спостереження і біометрію рослин сортів сої;
- вивчити міжсортіві відмінності за проявом цінних морфо-біологічних ознак;
- рекомендувати кращі сорти для селекційної практики і виробництва.

Об'єктом досліджень виступали різні сорти культурної (*Glycine max L. Merrill*). Закладка польового досліду проводилась на дослідних ділянках кафедри рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету [1-4].

**Виклад основного матеріалу.** За результатами досліджень (табл. 1), відмічено найбільшу стійкість як до стеблового, так і до прикореневого вилягання у сортів сої Еврідіка, Кармеліта та Серенада. У їх посівах цих сортів сої відмічено відсутність вилягання рослин, що у виробничих умовах забезпечило б максимальну реалізацію потенціалу врожаю.

**Таблиця 1**

**Порівняльне оцінювання досліджуваних сортів сої за стійкістю до вилягання у фазу повного цвітіння**

Сорт	Характер вилягання	Стійкість до вилягання, балів	Вегетаційний період, діб
Креола	Місцеве	4	112
Авріл	Суцільне	3	115
Еврідіка	Відсутнє	5	117
Кармеліта	Відсутнє	5	120
Серенада	Відсутнє	5	119

У таких посівах подовжується період вегетації рослин, а також затримується період дозрівання зерна як наслідок поганої освітленості сонячним активним випромінюванням впродовж доби. Причиною такого сильного вилягання були погодні умови ( опади та сильний вітер ) на фоні низької генетичної стійкості сортів до цього фактора [1-4].



Найнижчу стійкість до вилягання відмічено у сорту Авріл – 3 бала, з місцевим характером вилягання, тривалістю вегетаційного періоду 115 діб. Вищі стійкісні показники відмічено у сорту Креола – 4 бала, з місцевим характером вилягання та тривалістю вегетаційного періоду на рівні 112 діб.

Вища стійкість до вилягання відмічена у сортів сої Еврідіка – 5 балів, із відсутністю до вилягання та тривалістю вегетаційного періоду 117 діб, також високі стійкісні показники (5 білів) відмічено у сорту Кармеліта та тривалістю вегетаційного періоду 120 діб, сорту Серенада – 5 балів, із тривалістю вегетаційного періоду 119 діб.

Число продуктивних вузлів – показник, який важливо враховувати при оцінці потенційної зернової продуктивності сорту. Найбільш типовими для сорту є продуктивні вузли, що знаходяться у центральній частині стебла. Ця ознака формує загальне уявлення про майбутню врожайність рослини (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Відмінність між сортами сої з різних груп стиглості за числом продуктивних вузлів на рослину**

Сорт	$X \pm S_x$	95 % довірчий інтервал	V, %	Веgetаційний період, дні
Креола	9,72± 0,94	7,79 – 11,65	48,7	112
Авріл	12,36±0,73	10,86 – 13,86	25,8	115
Еврідіка	14,17±1,08	12,09 – 16,22	40,3	117
Кармеліта	11,32±0,89	9,49 – 13,15	39,6	120
Серенада	10,56±1,07	8,36 – 12,76	40,6	119

Примітка:  $X \pm S_x$  – середня арифметична з похибкою; V – коефіцієнт варіації; n – об'єм вибірки, n = 25.

Найвище число продуктивних вузлів на рослину серед сортів з тривалістю вегетаційного періоду в межах 112–120 діб(як максимальне серед сортів, так і середнє по сорту) було зафіксоване у сорту Еврідіка – 14,17±1,08. Достатньо високий рівень значень цієї ознаки проявив сорт Авріл (12,36 ± 0,73 продуктивних вузлів на рослину ).

За кількістю бобів на рослині найвище середнє значення відмічено у сорту Еврідіка (26,72± 2,16 бобів на рослину), що показано в Табл. 3.

**Таблиця 3**

**Відмінність між сортами сої за числом бобів на рослині**

Сорт	$X \pm S_x$	min	max	V, %
Креола	17,20± 2,25	5	44	65,5
Авріл	26,32± 2,83	6	63	53,8
Еврідіка	26,72± 2,16	10	46	36,6
Кармеліта	16,95±1,82	5	34	52,8
Серенада	17,56±2,09	7	34	47,7

Примітка:  $X \pm S_x$  – середня арифметична з похибкою; min ,max – мінімальне, максимальне значення ознаки; V – коефіцієнт варіації; n – об'єм вибірки, n = 25.

Проте максимальне значення цього компонента продуктивності спостерігалось у сорту Авріл – 63 боби на рослину.

**Висновки.** На настання та тривалість фенологічних фаз, а також на компоненти зернової продуктивності рослин сої значний вплив здійснюють сортові особливості. Вища стійкість до вилягання відмічена у сортів сої Еввідіка – 5 балів, із відсутністю до вилягання та тривалістю вегетаційного періоду 117 діб, також високі стійкісні показники (5 білів) відмічено у сорту Кармеліта та тривалістю вегетаційного періоду 120 діб, сорту Серенада – 5 балів, із тривалістю вегетаційного періоду 119 діб. Найвище число продуктивних вузлів на рослину серед сортів з тривалістю вегетаційного періоду в межах 112 – 120 діб (як максимальне серед сортів, так і середнє по сорту) було зафіксоване у сорту Еввідіка –  $14,17 \pm 1,08$ . За кількістю бобів на рослині найвище середнє значення відмічено у сорту Еввідіка ( $26,72 \pm 2,16$  бобів на рослину).

### Список використаної літератури

1. Biliavska L., Biliavskiy Y., Mazur O., Mazur O. Adaptability and breeding value of soybean varieties of Poltava breeding. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 27. № 2. P. 312-322.

2. Mazur O., Kupchuk I., Voloshyna O., Matviets V., Matviets N., Mazur O. Genetic determination of elements of the soybean yield structure and combining ability of hybridization components. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2023. Vol. 26 (2). P. 163–178. DOI: 10.15414/afz.2023.26.02.163-178.

3. Mazur O., Kupchuk I., Biliavska L., Biliavskiy Yu., Voloshyna O., Mazur O., Razanov S. Ecological plasticity and stability of soybean varieties under climate change in Ukraine. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2023. Vol. 26 (4). P. 398-411. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2023.26.04.398-411>.

4. Mazur O., Kupchuk I., Voloshyna O., Mazur O., Biliavska L., Poltoretskiy S. Adaptive Value of Soybean Varieties by the Seed Quality Parameters. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2024. Vol. 27 (2). P. 157-171. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2024.27.02.157-171>.

Дарина НАЛУЦИШЕНА<sup>45</sup>,  
студентка 3 курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОДОБРІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

***Анотація.** Родючість ґрунту є одним із найголовніших факторів, який визначає стрімкий та успішний розвиток рослинництва та сільського господарства в цілому. Щоб досягти високих врожаїв та забезпечити якісний розвиток рослин, необхідно використовувати добрива, які забезпечують рослини необхідними поживними речовинами. Однак, не всі добрива є однаково ефективними, деякі з них можуть негативно впливати на посіви сільськогосподарських культур та майбутній стан ґрунтів. У цій науковій статті розповідається про проблеми використання хімічних добрив на ґрунтах, переваги та недоліки використання біодобрив та хімічних добрив, їх порівняльна характеристика. Розглянуті перспективи та можливості використання біодобрив для зниження залежності від хімічних засобів у сільському господарстві, а також їхній потенціал у забезпеченні стійкого розвитку аграрного сектору.*

***Ключові слова:** біодобрива, органічні добрива, хімічні добрива, ґрунт, гній, мікроорганізми, землеробство, вплив.*

***Annotation.** Soil fertility is one of the most important factors that determines the rapid and successful development of crop production and agriculture in general. In order to achieve high yields and ensure the quality development of plants, it is necessary to use fertilizers that provide plants with the necessary nutrients. However, not all fertilizers are equally effective; some of them can have a negative impact on crops and the future condition of the soil. This scientific article discusses the problems of using chemical fertilizers on soils, the advantages and disadvantages of using biofertilizers and chemical fertilizers, and their comparative characteristics. The prospects and possibilities of using biofertilizers to reduce dependence on chemicals in agriculture, as well as their potential in ensuring the sustainable development of the agricultural sector, are considered.*

***Keywords:** biofertilizers, organicfertilizers, chemicalfertilizers, soil, manure, microorganisms, agriculture, influence.*

---

<sup>45</sup>Науковий керівник: Поліщук М.І., канд. с.-г. н. доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

**Вступ.** На сьогодні питання землеробства в Україні є найбільш актуальним у контексті сталого розвитку країни. Розвиток сільського господарства наразі неможливий без використання добрив.

Усі види добрив поділяються на дві групи: органічні та хімічні (також мінеральні, синтетичні) добрива. Хімічні класифікують за вмістом діючих речовин на азотні, фосфорні та калійні добрива, що відомі як «добрива NPK» [1].

У сучасних умовах інтенсивного розвитку сільського господарства, яке значною мірою залежить саме від хімічних добрив, необхідно знайти альтернативні методи підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур. Використання хімічних добрив гарантує швидкий ріст та розвиток рослин. Однак вони мають також і негативні наслідки для навколишнього середовища, особливо на ґрунт, водні ресурси та біорізноманіття. Ці наслідки майбутньому можуть стати незворотними. Тому зараз зростає інтерес до біодобрив як екологічно чистого та сталого засобу підтримки родючості ґрунту. Біодобрива, які містять в собі мікроорганізми, органічні речовини та інші природні компоненти, можуть покращити родючість ґрунту без шкоди для навколишнього середовища.

**Виклад основного матеріалу.** За відсутності втручання людини рослини досить непогано підтримували баланс поживних речовин у ґрунті. Та внесення додаткових поживних речовин за допомогою різноманітних добрив призвели до значних збільшень врожайності, що з часом призвело, відповідно, до збільшення кількості населення. Його кількість змінилася від 1,6 млрд осіб у 1900 році до понад 8 млрд на сьогодні. І це стимулює використання добрив у досить великих об'ємах для забезпечення людства продовольством.

Рослині для нормального росту та розвитку потрібні не лише вода та вуглекислий газ, а й три основні поживні елементи: азот, калій і фосфор:

- азот є основним компонентом хлорофілу, що необхідного для фотосинтезу, та амінокислот, що мають вирішальне значення для розвитку рослин;

- калій відіграє ключову роль у регулюванні того, як рослина транспортує та використовує воду;

- фосфор бере активну участь у виробленні рослиною енергії [1].

Протягом тисячоліть люди забезпечували рослини цими елементами та підтримували такий баланс живлення за допомогою добрив. На початку ХХ століття активно почали використовувати мінеральні добрива, що призвело до збіднення та деградації ґрунтів [2]. Це продовжується й надалі. Така інтенсифікація сільського господарства має значний вплив на стан довкілля та ґрунту, клімат та здоров'я людей та тварин.

Хімічні або мінеральні добрива - це хімічні сполуки з різних мінералів та солей. Вони переважають в тому, що вони містять високу концентрацію необхідних для росту рослин макро- та мікроелементів, таких як азот (N), фосфор (P), калій (K), кальцій (Ca), магній (Mg), сірка (S) та інших.

Мінеральні добрива класифікують за основним вмістом діючої речовини:

- азотні добрива – містять азот у різних формах, таких як нітратний, аміачний, амідний;

- фосфатні добрива – містять фосфор у формі розчинних солей, таких як суперфосфат;

- калійні добрива – містять калій у формі розчинних солей, наприклад, калій хлористий;

- комплексні добрива – містять три основних макроелементи: азот, фосфор і калій. Ці добрива найчастіше використовують для загального покращення родючості ґрунту та збільшення врожайності [3].

Мінеральні добрива забезпечують стрімкий ріст та розвиток і забезпечують високу врожайність культур, що робить їх незамінними у сільському господарстві.

Фосфор та калій містяться у ґрунті в обмеженій кількості, на відміну від азоту. Тому через це рослини потребують значний об'єм внесення добрив з цими елементами, що призводить до загрози для навколишнього середовища: деградації ґрунтів, забруднення довкілля, негативного впливу на біорізноманіття та здоров'я людей.

У світі щорічно використовується понад 100 млн т азотних, 50 млн т фосфорних та понад 40 млн т калійних добрив [1]. Відомо, що азотні добрива виробляють за допомогою хімічної реакції Габера-Боша. Її основа в тому, що спалюється викопний газ для отримання газоподібного водню. Цей водень разом з азотом із повітря подрібнюється за високих температур і тиску, внаслідок чого отримують аміак. Під час цього процесу відбуваються значні викиди парникових газів. Використання добрив є основним джерелом викидів інших парникових газів.

Сьогодні використання хімічних добрив значно переважає використання біодобрив. Причиною в першу чергу є норма внесення: у мінеральних добрив норма внесення становить 100-600 кг/га, тоді як органічних добрив необхідно внести значно більше – 30-40 т [3]. Також більшість хімічних добрив є дешевшими ніж органічні, і, відповідно, вигіднішими. Найкращим варіантом для рослинництва великих масштабів будуть саме мінеральні добрива, їхнє застосування є ширшим та дозволяє досягти кращих результатів в досить короткий термін [3].

Тому з цього можна зробити висновок, що на сьогодні аграрний сектор має досить серйозну залежність від мінеральних добрив, яка з часом може призводити до незворотних наслідків.

Зелена революція - зміни в сільському господарстві, що призвели до збільшення сільськогосподарської продукції у світі – зумовила збільшення використання хімічних добрив. А це, своєю чергою, спричиняє проблеми зі здоров'ям у живих організмів та невідновне забруднення навколишнього середовища. Для того, щоб стримувати ці негативні процеси, вченими розроблюються нові методи ведення сільського господарства, які називають органічним сільським господарством [4], тобто з використанням органічних

добрив. Цей сектор розвивається найшвидше, і головною його метою є створення балансу між системою «грунт-рослини-тварини-люди».

Органічні добрива або біодобрива - екологічно чисті добрива, до складу яких входять біологічно активні речовини утворені специфічними ґрунтовими мікроорганізмами. Вони застосовуються для забезпечення сільськогосподарських культур доступними формами азоту, фосфору та калію, стимуляції їх росту і розвитку, збільшення урожайності та покращення якості продукції.

Сьогодні біологічні добрива стають дієвим засобом підвищення ефективності мінеральних добрив і є альтернативою в органічному землеробстві[5]. Біологічні добрива використовуються для збагачення ризосфери рослин корисними мікроорганізмами, які відповідають за ефективне надходження поживних речовин з ґрунту.

Вносять органічні добрива різних форм, таких як:

- гній, отриманий від худоби, такої як корови, кури, кози та інші;
- компост, отриманий із сільськогосподарських відходів органічного матеріалу, такого як солома, кукурудзяні стебла або розкладені відходи;
- сидерати, які отримують з молодих рослин, особливо бобових[4].

Одним з основних видів органічних добрив є продукти тваринництва – це гній та пташиний послід, які широко використовуються у багатьох господарствах та належать до одних з найцінніших добрив з агрономічного погляду. Але застосування органічних добрив у чистому вигляді спричиняє незручності оточенню через неприємний запах. Саме тому підприємства поставили перед собою такі цілі: виробництво якісних органічних добрив (біодобрив) та мінімізація їх впливу на довкілля [2].

Перевагами біологічних добрив є:

- покращення азотного та фосфорно-калійного живлення рослин завдяки процесам фіксації азоту та мобілізації фосфору;
- підвищення коефіцієнта засвоєння поживних речовин з мінеральних добрив на 15-25%;
- утворення біологічно активних сполук (фітобіотиків, фітогормонів, амінокислот та вітамінів);
- підвищення родючості ґрунту та покращення його стану;
- покращення врожайності та якості сільськогосподарських культур;
- полегшення утилізації пестицидів, які накопичуються в ґрунті [5].

На сьогодні сектор органічного сільського господарства розвивається найшвидше. Вважається, що використання органічних добрив є екологічно безпечним.

Застосування біодобрив є корисним у декількох напрямках. По-перше, це призводить до пригнічення пліснявих грибів та інших шкідливих бактерій, що значно знижує хвороби рослин. По-друге — стимулює гумусоутворюючі процеси, що підвищує родючість ґрунтів. Систематичним внесенням спеціалісти забезпечують процеси в рослині необхідними речовинами, підвищують активність мікроорганізмів у ґрунті. Підвищується якість і

врожайність, і при тому, на відміну від хімічних добрив, не здійснюється забруднення середовища. Також стимулює продукування фітогормонів, які впливають не тільки на ріст і розвиток, а й на їх стійкість до зовнішніх стресів.

На сам ґрунт біодобрива також впливають позитивно: збагачують вміст гумусом, покращують його структуру, фізичні та фізико-хімічні властивості, хімічний склад та біологічну активність, підвищують вміст поживної речовини.

Вміст добрив суттєво впливає на біохімічні показники культур, такі як вміст хлорофілу, концентрації білка та вуглеводів, а їх кількість висвітлює перспективи та можливості використання органічних добрив. Збільшується вміст кальцію у ґрунті, а органічні кислоти, що утворюються після розкладання органічних речовин, сприяють його абсорбції, що призводить опріснення води у ґрунті. Вміст іонів і значення рН засолених ґрунтів зменшується, а буферизація збільшується.

Норма внесення органічних добрив є великим недоліком в їх використанні на господарствах. Біодобрива є переважно економічно ефективними: можуть бути виготовлені з відходів сільськогосподарської продукції рослинних і тваринних відходів. Тому вони можуть допомогти знизити витрати на виготовлення добрив. Проблематикою їх використання є те, що хоч вони й дешевші, вміст поживних речовин у них низький. Тому рослини їх потребують в значно більшій кількості, на відміну від хімічних добрив, і тому, відповідно, потребують більших витрат.

Лише для відтворення родючості ґрунту потрібно вносити 8-10 тонн органічних добрив на гектар щорічно. Та насправді реальні цифри є набагато меншими за необхідні. Тому виникає потреба в популяризації розв'язання проблеми родючості саме цим способом [6].

На жаль, повністю відмовитись від хімічних добрив людство не зможе, адже більшість господарств сьогодні від них буквально залежні. І використання тільки органічних добрив не зможе стати запорукою поліпшення якості продукції [7]. Але можна стверджувати, що на сьогодні існують досить хороші перспективи для поширення використання органічних добрив у сільському господарстві.

**Висновок.** Загалом, органічні добрива є важливою складовою органічного землеробства, оскільки вони не тільки забезпечують рослини необхідними поживними речовинами, але й допомагають утримувати поживні речовини та вологу в ґрунті, а також покращують структуру ґрунту, і при цьому не здійснюють шкідливого впливу на ґрунти, на відміну від мінеральних добрив, від яких нині сільське господарство у світі залежне.

### Список використаних джерел

1. Світова залежність від добрив – проблема для боротьби з змінами клімату. «DailyNews» 2024: веб-сайт. URL:<https://dairynews/news/mirovaya-zavisimost-ot-udobreniy-problema-dlya-bor.html> (дата звернення 01.09.2024)

2. Біодобрива – це новий рівень сільськогосподарського виробництва. «ECOBUSINESS» 2024: веб-сайт. URL:<https://ecolog-ua.com/articles/biodobryva-ce-novyiy-riven-silskogospodarskogo-vyrobnictva> (дата звернення 31.08.2024)

3. Органічні та мінеральні добрива: що обрати? «Тетра-Агро» 2005-2024: веб-сайт. URL:[https://tetra-agro.com.ua/news/organicni\\_ta\\_mineralni\\_dobriiva\\_shho\\_obrati](https://tetra-agro.com.ua/news/organicni_ta_mineralni_dobriiva_shho_obrati) (дата звернення 01.09.2024)

4. Sharma, A., Chetani, R. A review on the effect of organic and chemical fertilizers on plants. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, 5, 2017, pp. 677-680.

5. Біодобрива та стимулятори росту. «Агро-Ензим» 2024: веб-сайт. URL:<https://agro.enzim.biz/biofertilizers.html> (дата звернення 31.08.2024)

6. Жернова А. Технічне переоснащення виробництва біодобрива для відкритого ґрунту. 2022. С 5-7.

7. Хахула В. С., Михайлюк Д. В. Залежність урожайності та якості зерна пшениці озимої від попередників і системи удобрення. 2023.

**Микола ШТИПА<sup>46</sup>**,  
студент 2 курсу,  
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,  
ННІагротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

***Анотація.** Ґрунти Чернігівської області дуже різноманітні, бо вона розташована в унікальному природно-кліматичному поясі. Через область проходить межа між двома природними зонами, а саме: Поліссям та Лісостепом. Із півночі на південь відчутні значні зміни механічного складу ґрунтоутворюючих порід, рельєфу, характеру зволоження, рослинного покриву. Кожного року проводиться агрохімічне обстеження ґрунтів з метою здійснення контролю за зміною показників родючості та забруднення ґрунтів токсичними речовинами та радіонуклідами, раціонального використання сільськогосподарських земель. Результати обстеження використовуються при розробці рекомендацій щодо правильного економічно-обґрунтованого внесення мінеральних добрив, ефективного застосування агрохімікатів, органічних добрив, доречності сидератів. Вони також допомагають створити ідеальну ґрунтозахисну та екологічнобезпечну технологію вирощування різних сільськогосподарських культур, тощо.*

***Annotation.** The soils of the Chernihiv region are very diverse, because it is located in a unique natural and climatic zone. The border between two natural zones passes through the region, namely: Polissia and Forest Steppe. From north to*

---

<sup>46</sup>Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ



*south, significant changes in the mechanical composition of soil-forming rocks, relief, the nature of moisture, and plant cover are noticeable. An agrochemical survey of soils is conducted every year in order to monitor changes in fertility indicators and soil contamination with toxic substances and radionuclides, rational use of agricultural land. The results of the examination are used in the development of recommendations regarding the correct, economically justified application of mineral fertilizers, the effective use of agrochemicals, organic fertilizers, and the appropriateness of siderates. They also help to create an ideal soil-protecting and ecologically safe technology for growing various agricultural crops, etc.*

**Вступ.** Грунтознавство – сучасна наука про ґрунти, яка визначає його як складову частину усієї літосфери разом з іншими ґрунтоподібними тілами, ґрунтовими плівками та підґрунтовим ярусом біосфери. За загальноприйнятим визначенням Василя Васильовича Докучаєва, ґрунт – це складна багатofункціональна і полікомпонентна відкрита структурна система в поверхневому шарі земної кори, де відбувається постійне вивітрювання гірських порід, що впливає на родючість, життєдіяльність ґрунтових організмів, клімату та рельєфу певної місцевості. Деякі організації також дають схоже визначення ґрунту, за яким ґрунт – це природне тіло, що складається з мінеральних і органічних сполук, утворюється на поверхні землі, має горизонтальне поширення і має окремі горизонти або шари, які відрізняються від вихідного матеріалу в результаті накопичення, виносу різних частинок.

Ґрунт серед інших фізичних тіл живої і неживої природи займає особливе проміжне положення, будучи так званим «біокосним тілом природи». У його складі є як і мінеральні, так і органічні речовини та інші специфічні сполуки – ґрунтовий гумус. Гумус або перегній утворюється в результаті розкладання рослинних і тваринних решток, містить в собі особливі кислоти. Мінеральну частину ґрунту складають пісок, глина, мінеральні солі, залишки гірських порід. За своїм гранулометричним складом ґрунти бувають піщані, супіщані, глинисті, суглинкові, кам'янисті тощо.

Також є ще одна невіддільна частина ґрунту – його жива фаза, яку складають живі організми. Це кореневі системи рослин, тварини різних видів, що живуть у ґрунті, величезна кількість різноманітних мікроорганізмів, бо він ще з найдавніших часів є середовищем для їхнього і розвитку.

Ґрунт забезпечує кругообіг речовин на земній поверхні, регулює хімічний склад атмосфери і гідросфери. Ґрунти обмінюються газами з приземним шаром тропосфери, поглинають кисень і віддають вуглекислий газ, що разом з фотосинтезом і диханням живих організмів підтримують склад атмосфери. Ґрунт регулює біосферні процеси, а саме густоту живих організмів, бо має певні властивості, які обмежують їх життєдіяльність.

Ґрунт є найважливішою структурою біогеоценозів і допомагає взаємодіяти організмам один з одним. Без ґрунту неможливе існування і еволюція живих організмів.

**Детальна характеристика ґрунтів Чернігівського регіону.** Дерново-підзолисті ґрунти є найпоширенішими ґрунтами поліської частини. Вони займають 673,75 тис. га сільськогосподарських угідь та 447,05 тис. га орних земель. Ці ґрунти сформувалися на давньоалювіальних, водно-льодовикових і моренних відкладах піщаного, супіщаного, рідше суглинкового механічного складу. В лісостеповій частині, на півдні області дерново-підзолисті ґрунти зустрічаються лише на «островах» піщаних водно-льодо-викових відкладів серед лесових рівнин і на борвих терасах річок. Ці ґрунти належать до одних з найменш родючих ґрунтів області. Вони бідні як на мінеральні речовини, особливо на азот, так і на органічні, бо містять в собі малу кількість гумусних речовин. Особливо низький рівень родючості мають дерново-слабопідзолисті ґрунти легкого механічного складу, такі як піщані та глинисто-піщані. На цих ґрунтах стрімко прогресують процеси вивітрювання. Найсильніше це відбувається на полях, переораних восени або на яких були слаборозвинені сходи. Через це більша частина території з дерново-слабопідзолистими ґрунтами легкого механічного складу використовується для вирощування лісу.

Дерново-середньопідзолисті ґрунти супіщаного і легкосуглинкового механічного складу є більш родючими. Вони мають більший вміст гумусу, який коливається від 1,2 до 1,8 %, а також кислу реакцію ґрунтового розчину (рН дорівнює 5,2-5,4). Активно використовуються в землеробстві при вирощуванні озимої пшениці, озимого жита, ячменю, льону, картоплі тощо. В цілому по області ці ґрунти займають 432,5 тис. га або 30 % площі орних земель.

Дерново-підзолисті ґрунти з ознакою оглеєння. Такі ґрунти поширені в низинних місцях. Оглеєння зумовлюється надмірним зволоженням нижніх шарів ґрунту, внаслідок високого розташування ґрунтових вод, а також під дією поверхневих вод.

Дернові ґрунти. Поширені у поліській частині області в заплавах річок та на широких зниженнях рельєфу річкового утворення (221,6 тис. га). Вони переважно супіщаного механічного складу. В комплексі з цими ґрунтами залягають і лучні ґрунти. Обидва типи ґрунтів мають значно більший запас органічних поживних речовин, ніж дерново-підзолисті ґрунти. Вміст гумусу в залежності від гранулометричного складу коливається в межах 1,31-2,37 %. На супіщаних відкладах він дорівнює в середньому 1,60 %, легкосуглинкових – 1,77 %. За кислотністю ці ґрунти зазвичай слабокислі або близькі до нейтральних, рН 5,4- 5,8. Мають підвищений вміст рухомих форм фосфору і середній вміст обмінного калію. Більша частина таких ґрунтів використовується як пасовищні землі, а на підвищеннях – як орні.

Опідзолені ґрунти. Досить поширені на Чернігівщині сірі, темно-сірі лісові ґрунти і близькі до них чорноземи опідзолені. Займають 388,09 тис. га сільськогосподарських угідь та 339,98 тис. га орних земель. Сформувалися ці ґрунти на лесових породах. Найбільш поширені вони в перехідній частині від Полісся до Лісостепу. За гранулометричним складом це в основному легкосуглинкові ґрунти. Дані ґрунти більш родючі, ніж дерново-підзолисті. Вони багаті на поживні речовини, зокрема на азот і калій, а також доступній

для рослин формі фосфору. Вміст гумусу в них коливається від 1,3 до 3,2 %. Реакція ґрунтового розчину слабокисла або близька до нейтральної, рН 5,4-6,1. Дані ґрунти, як і дернові також інтенсивно використовуються в сільському господарстві. При правильному застосуванні агротехнічних заходів вони дають досить високі врожаї деяких зернових, технічних та овочевих культур. Також варто зазначити, що сірі лісові і чорноземні опідзолені ґрунти мають низьку протиерозійну стійкість. При інтенсивній та неправильній обробці їх структура легко руйнується, в результаті чого ґрунти можуть змиваються і розмиваються зливовими опадами і талими водами.

Чорноземи. Найбільш родючими ґрунтами області є чорноземи типові і чорноземи вилугувані глибокі малогумусні, які займають 98,24 тис. га сільськогосподарських угідь та 89,95 тис. га рілля. Поширені в південно-східній частині області. Вилугувані чорноземи сформувалися на понижених ділянках рельєфу. За механічним складом чорноземи типові і вилугувані є легкосуглинковими ґрунтами. В розораних чорноземах вміст гумусу коливається від 2,7 до 3,7 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або близька до нейтральної, рН 6,0-6,5. Вони мають зернисту структуру, сприятливі водно-повітряні властивості, через що цей ґрунт придатний для вирощування майже всіх сільськогосподарських культур. Всі ці особливості таких ґрунтів є умовою їх високої родючості. При правильному застосуванні агротехнічних заходів вони дають високі врожаї озимої пшениці, цукрових буряків та інших районуваних лісостепових сільськогосподарських культур.

Лучні та лучно-чорноземні ґрунти. На заплавах та понижених терасах річок області розташовані лучні та лучно-чорноземні ґрунти, які займають 77,05 тис. га сільськогосподарських угідь та 65,46 тис. га розораних земель. Через близьке розташування до річок, територія, де розташовані ці ґрунти має досить високий рівень ґрунтових вод, які містять у своєму складі легкорозчинні солі карбонатів і бікарбонатів натрію. Це призводить до сильного засолення ґрунтів. Також ґрунти мають високий вміст гумусу (3-3,7 %), але засолення погіршує їх властивості, тому різні агротехнічні заходи тут слід спрямувати не тільки на підвищення родючості, а й зменшення в ґрунтах соди та увібраного натрію.

Болотні ґрунти. Близько 11 % площі Чернігівської області заболочена і зайнято лучно-болотними та торф'яно-болотними ґрунтами, які займають 42,98 тис. га сільськогосподарських угідь та 1,4 тис. га орної землі. Вони утворилися в умовах надмірного зволоження при високому рівні ґрунтових вод на всій території області та приурочені до заплав річок, притерасних знижень, днищ балок, озерних котловин. Ґрунти мають середню і високу зольність, широкий діапазон реакцій (рН 5-8,5) ґрунтового розчину.

**Вплив діяльності людини.** Основними чинниками антропогенного впливу на земельні ресурси залишаються сільське господарство, промисловість, енергетика, транспорт та оборонна діяльність. У результаті такої діяльності відбувається зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів, насамперед кількості гумусу. В цілому по області за останні 10 років вміст гумусу в ґрунтах знизився

від 2,27 до 2,24 %. Збільшилися також площі угідь з низьким і дуже низьким вмістом рухомих форм фосфору і калію. Також досить значний вплив на ці негативні процеси має водна ерозія.

**Таблиця 1**

**Використання ґрунтів Чернігівської області в сільському господарстві**

Агровиробничі групи ґрунтів	с/г угіддя, тис. га	рілля, тис. га
Дерново-підзолисті ґрунти	673,75	447,05
Ясносірі та сірі опідзолені ґрунти	187,56	162,72
Темно-сірі опідзолені ґрунти	130,88	113,40
Чорноземи опідзолені	69,65	63,86
Чорноземи глибокі малогумусні	98,24	89,95
Лучні та лучно-чорноземні ґрунти	77,05	65,46
Лучно-болотні та торфо-болотні ґрунти	42,98	1,40

Незважаючи на те, що сільськогосподарські території області розміщені переважно на схилах до 1°, це 97 % земель і 2-3°, це 1,5 %, загальна площа сільськогосподарських угідь, які страждають від водної ерозії, становить 53 тис. га. За останні роки площа еродованих земель зросла майже 17 тис. га.

Підкислення ґрунтів в області відбувається за рахунок кислотних дощів та незбалансованого внесення азотних добрив, які при перетворенні аміаку у нітрати підкислюють ґрунт, який і так на більшій території області є від природи підкисленим. На Чернігівщині кислі ґрунти займають близько 38 % орних земель. В останні роки спостерігається тенденція до їх зростання. Цю проблему могло б розв'язати вапнування ґрунтів, але останнім часом воно проводиться в дуже малих обсягах, або взагалі не проводиться.

Значних втрат сільськогосподарському виробництву та погіршенню якості ґрунту завдає зменшення щорічних обсягів рекультивації земель. Аналіз стану родючості ґрунтів області свідчить про погіршення багатьох показників, що вимагає впровадження комплексу агротехнічних господарських та агрохімічних заходів по покращенню стану ґрунтів.

**Список використаної літератури**

1. Всеукраїнська експертна мережа. Чернігівська область. 2020 [Електронний ресурс]. URL: <http://www.experts.in.ua/regions/detail.php?ID=4360> (дата звернення 02.09.2024 р.).

2. Ґрунти Чернігівської області. 22 січня 2024. [Електронний ресурс]. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D2%90%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D0%B8\\_%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B3%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97\\_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D2%90%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D0%B8_%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B3%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96) (дата звернення 12.08.2024 р.).

3. Характеристика ґрунтового покриву орних земель Чернігівської області [Електронний ресурс]. URL: <https://apk.cg.gov.ua/index.php?id=7828&tp=1&pg=#:~:text=%D0%9D%D0%B0%>

Д0%B9%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%20%D0%BF%D0%BE%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%B8%20%D1%94%20%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%2D%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%96,%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D0%B8%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%BE%20%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%96%D1%89%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D1%83. (дата звернення 17.08.2024 р.).

**Олексій ОГНИВИЙ<sup>47</sup>,**  
студент 4-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АНАЛІЗ СОРТОВОГО СКЛАДУ РІПАКУ ОЗИМОГО, ЯКИЙ ЗАНЕСЕНИЙ У РЕЄСТР 2023 Р.**

***Анотація.** В даній роботі було проаналізовано та досліджено реєстр гібридного та сортового складу ріпаку озимого, що нараховує 350 пунктів, які є придатними для використання на території України. Визначено, які саме країни реєстрували насіння та кількість сортів та гібридів, які належать тій чи іншій країні. Виділено Топ – 5 компаній за кількістю пунктів, що їм належать та вказано найпопулярніші їхні гібриди з короткою характеристикою. Досліджено кількість площ зайнятих озимим та ярим ріпаком. Описано найпопулярніші сорти та гібриди ріпаку нашої та іноземної селекції у 2018 та 2021 роках.*

***Ключові слова.** Ріпак озимий, ріпак ярий, найпопулярніші сорти та гібриди, країни власники, компанії з найбільшим сортовим та гібридним складом.*

***Annotation.** In this work, the register of hybrid and varietal composition of winter rape was analyzed and researched, which includes 350 items that are suitable for use on the territory of Ukraine. It was determined which countries registered seeds and the number of varieties and hybrids belonging to one or another country. The Top 5 companies are highlighted by the number of points owned by them, and their most popular hybrids are indicated with a brief description. The number of areas occupied by winter and summer rape was studied. The most popular rape varieties and hybrids of our and foreign breeding in 2018 and 2021 are described.*

---

<sup>47</sup>Науковий керівник: Мазур О.В., кандидата с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва

**Keywords:** *Winter rapeseed, spring rapeseed, the most popular varieties and hybrids, owner countries, companies with the largest variety and hybrid composition.*

**Вступ.** Найбільш поширеною олійною культурою родини капустяних є Озимий ріпак. Насіння якого містить 37-51 % олії, 15-30 % білка, 5-7% клітковини, 24-26% безазотистих екстрактивних речовин. Основною ціллю при вирощуванні ріпаку є олія. Ріпакова оліяшироко використовується як продукт для різних галузей промисловості і харчування. Для промислової переробки (пального, пластику, лаку, фарби) найціннішими є сорти з високим вмістом ерукової кислоти. Ріпак є надзвичайно цінною кормовою культурою. Зі 100 кг насіння при переробці отримують не тільки 39-40 кг олії, а й 55-58 кг макухи, яка багата добре збалансованим білком, містить 32-34% за амінокислотним складом, а також 10-18% жирності. Крім того, їжа з нього може забезпечити 35-39% білка і лише 2-5% жиру. З гектара посівів ріпаку отримують до 10 цнт олії, 5-6 цнт білкових кормів, 1 цнт меду. Натомість з гектара високоцінної сої дають лише 2 тонни олії та 7 тонн білкового корму.

**Мета:** метою даної роботи є ознайомлення та детальне вивчення реєстру сортів та гібридів 2023, які країни зареєстрували найбільшу кількість селекційного матеріалу, які компанії мають найбільше зареєстрованих здобутків своєї праці та визначення щорічної кількості площ, ще є відведеними під посів ярого та озимого ріпаку.

**Завдання:** набуття знань для самостійного аналізу ринку насіння ріпаку, визначення доцільності використання насінневого матеріалу іноземної селекції проти вітчизняного насіння, яке є більш пристосоване. Оглянути та зробити висновки на основі даних найпопулярніших гібридів 2018 та 2021 років. Простежити ріст кількості посівних площ відведених під посів ріпаку.

**Об'єкт досліджень:** Реєстр сортів та гібридів України за 2023 рік.

**Виклад основного матеріалу.** Мною було проаналізований сортовий склад насіння ріпаку, який був занесений у реєстр 2023 року. В загальному кількість посівних площ, відведених під посів ріпаку у структурах господарств поступово зростає і так само зростає кількість площ засіяних вітчизняним насінням. За період від 2013-2022 року до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні було занесено 306 сортів і гібридів ріпаку озимого, що становить 87,4% від загальної кількості. Частка української селекції становить лише 8,5%.

У 2022 році за прогнозами очікували рекордний урожай насіння ріпаку. Зокрема, за даними Мінагрополітики, сівбу озимого ріпаку було проведено на загальній площі 1 млн 414 тис. гектарів, ярого ріпаку — на площі 34,1 тис. Це значно більше, ніж у 2021 (довідково: у 2021 році посівні площі озимого ріпаку становили 975,9 тис. гектарів, а ярого 33,6 тис.). У 2022 році частка насіння ріпаку в загальних доходах від експорту досягла 2,48%. З роками чітко прослідковується динаміка збільшення посівних площ (Рис. 1).



**Рис. 1. Гістограма аналіз площ засіяних ріпаком у проміжку між 2018 - 2022 роками.**

За даними, станом на 2023 рік, посіви ріпаку становили - 1374 тис. га.

У загальній структурі посівів 2022 року, його площа була не значною у порівнянні з: соняшник – 4685,8; кукурудза -4627,3; соя – 1211,8; картопля – 1104,2; ярий ячмінь – 951,2; яра пшениця – 191,1; цукровий буряк – 180,6; овес – 159,2; горох – 130,6; гречка – 74,9; просо – 48,5; ярий ріпак – 33,4.

Нажаль, досліджень сортового та гібридного складу полів ріпаку проводиться не так багато, як би хотілось для складення повної картини тенденцій зростання чи зменшення посівних площ зайнятих ріпаком, рослинами якої селекції зайняті площі та які саме сорти та гібриди є лідируючими серед українських аграріїв. На даний момент я можу представити дані станом на 2018 та 2021 роки.

Станом на 2018 рік, при проведенні посівної озимого ріпаку аграрії скористалися 107 сортами й гібридами олійної, на 10 з них припадає до 50% усіх посівних площ (Рис. 2).



**Рис. 2. Гістограма аналіз найпопулярніших сортів озимого ріпаку станом на 2018 рік.**

Стосовно даних за 2021 рік, то у реєстрі було представлено гібриди закордонної та української селекції. Аналізуючи дане питання глибше стало зрозуміло, що нам ще є куди рости, це можна підтвердити даними урожайності за 2021 рік. Під посів 2021 року найкраще реалізувалися такі Українські сорти:

- Чорний велетень 90 т виробник – Вінницька державна сільськогосподарська дослідна станція Національної академії аграрних наук;
- Атлант 85,5 т виробник – Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук;
- Блекстоун 50,1 т виробник – ТОВ ВНІС
- Бучацький 49,5 т виробник – ТОВ «Бучачагрохлібпром»;
- Чемпіон України 41,1 т виробник «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук».

Найпоширенішими сортами ріпаку озимого іноземної селекції під посів 2021 р. були такі іноземні гібриди:

- ТРУМПФ (93 т) Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-GeorgLembke KG
- АТОРА (125 т) Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-GeorgLembke KG
- Далтон (113 т) DSV
- Архітект (122 т) Limagrain Europe
- НК Технік (101 т) Syngenta
- Даріо (98 т) DSVДК
- Імістар КЛ (110 т) Dekalb (Monsanto)
- ДК Екселшн (94 т) Dekalb (Monsanto)
- Треззор (76 т) RAGT 2n
- ПТ200ЦЛ (71 т) Pioneer
- МЕРСЕДЕС (73 т) NorddeutschePflanzenzuchtHans-GeorgLembke KG
- Рохан (95 т) NorddeutschePflanzenzuchtHans-GeorgLembke KG
- Гибрірок (72 т) KWS

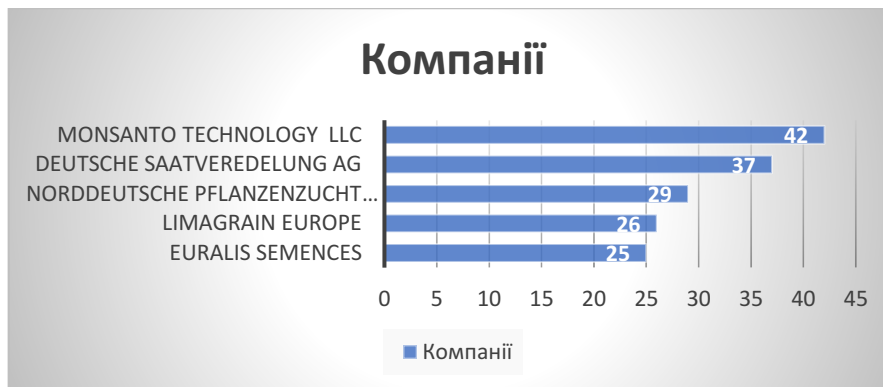
В ході даного дослідження було проаналізовано 350 сортів та гібридів, які увійшли до реєстру 2023 року та визначено країни і компанії, які мають найбільше позицій у даному списку. У реєстр увійшли також компанії, які мають свої представництва в Україні та реєструють гібриди (Рис. 3). Якщо брати установи українського походження, то найбільше в реєстрі заявок від «Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідницька станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України», а саме – 15.



Рис 3. Гістограма країн власників сортів, які увійшли в реєстр сортів та гібридів 2023 року.

Якщо робити такий ж аналіз, але по компаніям, можна виділити топ 5 найсильніших підприємств (Рис.4).





*Рис 4. Гістограма компаній, які увійшли у Топ 5 по кількості зареєстрованих сортів.*

Найпопулярніші гібриди даного Топ 5 компаній:

Найпопулярнішим гібридом компанії MONSANTO TECHNOLOGY LLC - ДК ІМІСТАР КЛ, цей гібрид має наступні переваги: високу зимостійкість, посухостійкість, високий та стабільний потенціал гарного врожаю. Вміст олії – понад 45%. Середня врожайність 47 ц/га.

Deutsche Saatveredelung AG – ДАЛТОН. ДАЛТОН – Цей гібрид може похвалитися міцною кореневою системою, що сприяє його винятковій посухостійкості. У посушливому кліматі і в спекотні роки під час дозрівання він виявляється надійним. Значний шар стручків забезпечує високий ступінь затінення поверхні ґрунту, що пригнічує ріст бур'янів і зменшує непродуктивне випаровування вологи. Однією з очевидних переваг гібрида ДАЛТОН є його стійкість до осипання. При вмісті олії від 45% до 49% дані, зібрані в регіонах, де культивувався цей гібрид у 2022 році, показали середню врожайність 5,4 т/га.

Norddeuts chePflanzenzucht Hans-GeorgLembke KG – АТОРА. АТОРА – високоврожайний, з відмінною зимостійкістю, ідеально підходить для пізніх строків посіву. Має прекрасні характеристики: Стійкість до вилягання – висока, стійкість до хвороб – дуже висока, посухостійкість – висока, здатність до регенерації - висока, зимостійкість – дуже висока, посухостійкість - дуже висока, стійкість до вилягання – дуже висока, тип дозрівання – середньопізній, стійкість до розтріскування стручків – висока. Вміст олії – понад 45%. Врожайність – 55-65 ц/га.

Limagrain Europe – архітект. Цей гібрид є провідним в Європі за посівними площами. Це найбільш улюблений гібрид у Європі за його стійкість до TuYV (вірус жовтизни ріпаку), демонструючи стабільність і пластичність. Примітно, що він відрізняється зимостійкістю, демонструє швидкий осінній розвиток, має високу стійкість до вилягання, демонструє міцне розгалуження, має хороший вміст олії та генетичну стійкість до розтріскування стручків. Олійність коливається від 47 до 50, а середня урожайність 47,9 ц/га.

Euralis Semences – ЕС РИТМО. ЕС РИТМО – один із найпопулярніших гібридів в Україні. За даними аналітичної компанії «Екосап», у сезоні-2022 гібрид ЕС Ритмо став одним із найпопулярніших на ринку і увійшов до десятки кращих гібридів озимого ріпаку. Середньостиглий гібрид з раннім цвітінням та дуже інтенсивним гілкуванням. Має високу зимостійкість та дуже високу стійкість до фомозу. За висотою середньорослі та мають короткі стручки. Олійність становить – 45%.

**Результати досліджень:** Реєстр сортів та гібридів України налічує 350 пунктів насіння ріпаку озимого. В ході досліджень було визначено, що реєстр наповнений іноземним селекційним матеріалом, в перелік країн увійшли: Україна, Сербія, Чехія, Австрія, США, Швейцарія, Франція, Німеччина. Компаніями, що зареєстрували найбільше гібридів стали: MONSANTO TECHNOLOGY LLC – 42, Deutsche Saatveredelung AG – 37, NorddeutschePflanzenzuchtHans-GeorgLembke KG – 29, Limagrains Europe – 26, Euralis Semences – 25, якщо говорити про українські селекційні центри, то фаворитом є «Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідницька станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України», що має 15 зареєстрованих здобутків своєї праці.

**Висновки.** Ринок насінневого матеріалу України наповнений сортами та гібридами іноземної селекції, які звісно користуються більшою популярністю, через ряд переваг над нашими, що може гарантувати кращу врожайність, кращу стійкість до хвороб та шкідників, кращу стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища. Як я згадував уже вище у період від 2013-2022 року до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні було занесено 306 сортів і гібридів ріпаку озимого, що становить 87,4% від загальної кількості. Частка української селекції становить лише 8,5%, поки цей показник є незначним, але важливо те що він показує постійний ріст. Незважаючи на високу конкуренцію з закордонними селекційними станціями, українська селекція розвивається, щорічно наповнюючи реєстр новими здобутками своєї праці.

### Список використаних джерел

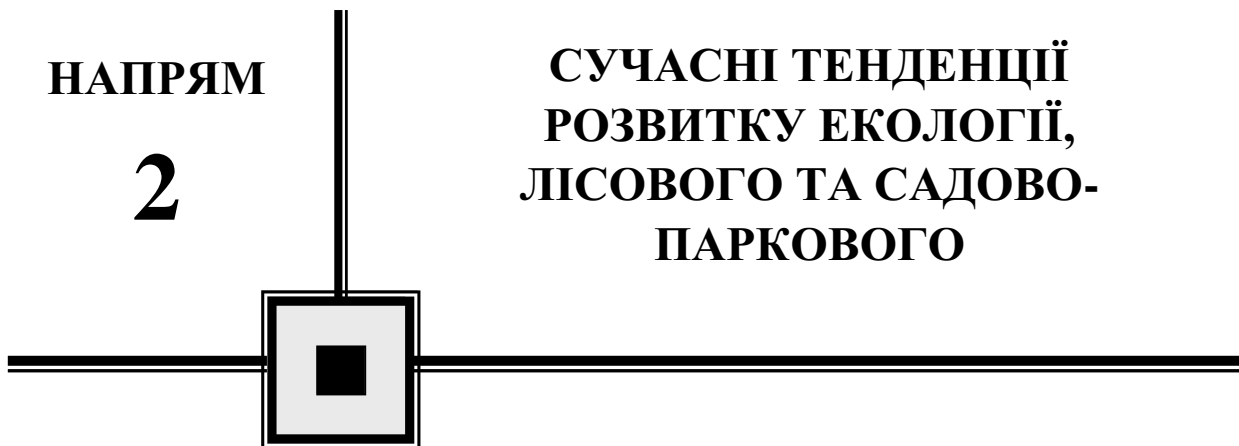
1. Ріпак в Україні та світі. URL: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/ripak/ripak-v-ukraini-ta-sviti/> (дата звернення: 24.02.2024).
2. Глобальний і внутрішній ринки ріпаку. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24923-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-ripaku.html> (дата звернення: 24.02.2024).
3. Названо найпопулярніші гібриди насіння озимого ріпаку в Україні в 2021 році. URL: <https://kurkul.com/news/26408-nazvano-naypopulyarnishi-gibridi-nasinnya-ozimogo-ripaku-v-ukrayini-v-2021-rotsi> (дата звернення: 24.02.2024).
4. Український ріпак: оптимістичні оцінки та скептичний настрій. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1528314> (дата звернення: 24.02.2024).
5. Культура РІПАК (РАПС) (особливості вирощування та зберігання). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/ripak-%28raps%29> (дата звернення: 24.02.2024).
6. ДК ІМІСТАР КЛ. URL: <https://www.dekalb.ua/katalog-produkcii/ripak/dk-imistar-kl> (дата звернення: 24.02.2024).

7. Каталог гібридів ріпаку DEKALB.URL: <https://www.dekalb.ua/documents/43797/1073176/OSR+Catalogue/a4404f37-33b6-4c76-a833-7a69736a8f64>(дата звернення: 24.02.2024).
8. Далтон.URL: <https://www.eridon.ua/dalton>(дата звернення: 24.02.2024).
9. Осимий ріпак Атора NPZ-LembkeURL: <https://agrohim.in.ua/ua/p1452603214-ozimyj-raps-atora.html>.  
(дата звернення: 24.02.2024).
10. Архітект. \_\_\_\_\_ URL: <https://www.eridon.ua/arhitekt>  
(дата звернення: 24.02.2024).
11. Ріпак «ЕС Ритмо».URL: <https://kurkul.com.ua/ripak-es-rytmo/>(дата звернення: 24.02.2024).
12. Названо ТОП-10 найпопулярніших сортів та гібридів озимого ріпаку які вирощуються в Україні. URL: <https://superagronom.com/news/4867-nazvano-top-10-naupopulyarnishih-sortiv-ozimogo-ripaku-yaki-viroschuyutsya-v-ukrayini>(дата звернення: 24.02.2024).

НАПРЯМ

2

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ  
РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ,  
ЛІСОВОГО ТА САДОВО-  
ПАРКОВОГО



Дмитро МАЙДАНОВ<sup>48</sup>,

студент 3 курсу,  
агрономії, садівництва та захисту рослин факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

**КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ. МЕТОДИ БОРОТЬБИ З КИСЛОТНІСТЮ**

***Анотація.** Вказано, що кислотність ґрунту є серйозною проблемою в усьому світі. Наведено, що причини кислотності ґрунту можуть бути як природними, так і антропогенними. Наголошено, що для здорового росту рослин важливий правильну кислотність (pH). Висвітлено важливість знано про довгострокові наслідки різних методів управління ґрунтом на pH ґрунту. Зазначено, що вибір і вирощування стійких до кислотності рослин також є життєздатною стратегією боротьби з кислими ґрунтами, які займають майже 30% вільної від льоду території світу. Доведено, що підкислення ґрунту природним чином відбувається дуже повільно, оскільки ґрунт вивітрюється, але цей процес прискорюється завдяки продуктивному сільському господарству. В даній статті досліджується кислотність ґрунтів, а також вивчаються методи боротьби з кислотністю.*

***Ключові слова:** кислотність ґрунту, методи боротьби, здоровий ріст рослин, методи управління ґрунтом, сільське господарство.*

***Annotation.** It is indicated that soil acidity is a serious problem all over the world. It is stated that the causes of soil acidity can be both natural and anthropogenic. It is emphasized that the correct acidity (pH) is important for healthy plant growth. The importance of knowing the long-term effects of different soil management methods on soil pH is highlighted. It is noted that the selection and*

---

<sup>48</sup>Науковий керівник: Шкатула Ю.М., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

*cultivation of acid-tolerant plants is also a viable strategy for combating acidic soils, which occupy almost 30% of the world's ice-free territory. Soil acidification has been shown to occur naturally very slowly as the soil weathers, but this process is accelerated by productive agriculture. This article examines soil acidity and studies methods of combating acidity.*

**Keywords:** *soil acidity, methods of struggle, healthy plant growth, soil management methods, agriculture.*

**Вступ.** Як відомо кислотність ґрунту є загальною проблемою, котра впливає на продуктивність сільського господарства, здоров'я лісів і природні екосистеми в усьому світі. Слід врахувати те, що кислі ґрунти можуть призвести до низької врожайності, затримки росту рослин і зменшення біорізноманіття. Розуміння причин кислотності ґрунту, її впливу на рослини та доступних методів боротьби з нею має вирішальне значення для підтримки здорових і продуктивних ґрунтів. Варто зазначити той факт, що кислі ґрунти характеризуються низьким рН, як правило, нижче 6,5, що вказує на високу концентрацію іонів водню. Ці ґрунти часто розвиваються в регіонах із великою кількістю опадів, де вимивання видаляє основні катіони, такі як кальцій, магній і калій, залишаючи більше кислотних іонів.

**Метою:** цієї статті є дослідження кислотності ґрунтів та вивчення методів боротьби з кислотністю.

**Виклад основного матеріалу.** Важливо врахувати те, що кислотність ґрунту є критичною проблемою, яка впливає на сільське господарство, лісове господарство та природні екосистеми в усьому світі. Кислі ґрунти можуть призвести до зниження врожайності, поганого здоров'я рослин і зменшення біорізноманіття, створюючи значні проблеми для продовольчої безпеки та екологічної стійкості. На даний час неможливо переоцінити важливість боротьби з кислотністю ґрунту, оскільки вона має важливе значення для підтримки продуктивних ґрунтів, а також для забезпечення здорового росту рослин і це сприяє збереженню довгострокової життєздатності екосистем. Потрібно вказати на той факт, що кислотність ґрунту впливає на кількість поживних речовин і хімічних речовин, які розчиняються у ґрунтовій воді, і, отже, на кількість поживних речовин, доступних рослинам. Деякі поживні речовини більш доступні в кислотних умовах, тоді як інші більш доступні в лужних умовах.

Однак більшість мінеральних поживних речовин легко доступні рослинам, коли рН ґрунту майже нейтральний [1].

Можна зазначити наступні вагомні чинники стосовно кислотності ґрунту в сільськогосподарських системах:

1. Розуміння кислотності ґрунту:

- Суть кислотності ґрунту. Кислотність ґрунту означає концентрацію іонів водню ( $H^+$ ) у ґрунті, що визначає рівень рН ґрунту. Шкала рН коливається від 0 до 14, при цьому рН 7 є нейтральним. Ґрунти з рН нижче 7 вважаються кислими, тоді як з рН вище 7 – лужними. Рівень рН ґрунту може змінюватися

залежно від кількох факторів, включаючи вихідний матеріал, клімат, рослинність і практику землекористування.

- Причини кислотності ґрунту:

- Природні процеси: кислотність ґрунту може бути результатом природних процесів, таких як вивітрювання кислих вихідних матеріалів, розкладання органічної речовини та вимивання основних катіонів (кальцію, магнію, калію) з профілю ґрунту. У районах з великою кількістю опадів можуть значному окисленню ґрунту, оскільки дощова вода вимиває ці основні катіони, залишаючи більше кислотних іонів, таких як водень і алюміній.

- Діяльність людини: сільськогосподарські методи, такі як надмірне використання азотних добрив, можуть сприяти підвищенню кислотності ґрунту. Під час розщеплення цих добрив ґрунтовими мікробами вивільняється амоній, який перетворюється на нітрат у процесі вивільнення іонів водню, що підвищує кислотність ґрунту. Крім того, кислотні дощі, що утворюються в результаті промислових викидів діоксиду сірки та оксидів азоту, можуть з часом знизити рН ґрунту.

2. Вплив кислотності ґрунту на ріст рослин:

- Доступність поживних речовин. Кислотність ґрунту значно впливає на доступність поживних речовин, необхідних для росту рослин. У кислих ґрунтах деякі поживні речовини, такі як фосфор, кальцій і магній, стають менш доступними, що призводить до дефіциту, який уповільнює ріст рослин і знижує врожайність. З іншого боку, токсичні елементи, такі як алюміній і марганець, стають більш розчинними і можуть досягати токсичних рівнів, пошкоджуючи кореневу систему та перешкоджаючи засвоєнню поживних речовин.

- Вплив на мікробну активність. Рівень рН ґрунту також впливає на мікробну активність, яка є важливою для таких процесів, як фіксація азоту, розкладання органічної речовини та кругообіг поживних речовин. Кислі умови можуть зменшити популяцію та активність корисних мікробів, що призводить до уповільнення кругообігу поживних речовин і поганого стану ґрунту. Це може призвести до зниження родючості ґрунту та зниження росту рослин.

- Ріст і продуктивність рослин. Як відомо, що рослини різняться за стійкістю до кислотності ґрунту. У той час як деякі рослини, такі як чорниця та смородина процвітають у кислих умовах, більшість культур віддають перевагу нейтральним або слабкокислим ґрунтам. У сильно кислих ґрунтах ріст коренів обмежений, поглинання води та поживних речовин погіршується і в той же час погіршується загальний стан рослин. Відповідно це може призвести до зниження врожайності та економічних втрат у сільськогосподарських системах [2].

3. Методи боротьби з кислотністю ґрунту:

- Вапнування. Застосування вапна: найпоширенішим і ефективним методом боротьби з кислотністю ґрунту є застосування вапна (карбонату кальцію) або інших лужних матеріалів, таких як доломіт (карбонат магнію). Вапно нейтралізує кислотність ґрунту, реагуючи з іонами водню з утворенням води та вуглекислого газу, тим самим підвищуючи рН ґрунту. Необхідна

кількість вапна залежить від початкового рН ґрунту, бажаного рН і буферної здатності ґрунту.

- Типи вапна. Використовується кілька форм вапна, включаючи мелений вапняк, гашене та негашене вапно. Найбільш часто використовується мелений вапняк, оскільки він відносно недорогий і простий у застосуванні. Гашене вапно є більш реакційноздатним і працює швидше, але дорожче і може бути їдким. Негашене вапно має високу реакційну здатність, проте вимагає обережного поводження.

- Використання органічної речовини: додавання органічної речовини, такої як компост, гній або сидерати, може допомогти зменшити кислотність ґрунту. Відповідно органічна речовина покращує структуру ґрунту, підвищує активність мікробів і може з часом повільно підвищувати рН ґрунту. Крім того, органічні добавки можуть забезпечити необхідні поживні речовини та підвищити водоутримувальну здатність ґрунту, покращуючи загальний стан ґрунту.

- Біовугілля: форма деревного вугілля, виготовленого з рослинного матеріалу, є ще однією органічною поправкою, яка може допомогти зменшити кислотність ґрунту. Біовугілля має високий рН і може підвищувати рН ґрунту, одночасно покращуючи структуру ґрунту, збільшуючи утримання води та забезпечуючи середовище існування для корисних ґрунтових мікробів.

- Збалансоване внесення добрив: використання збалансованих добрив, які забезпечують необхідні поживні речовини, не впливаючи на кислотність ґрунту, що має вирішальне значення. Зменшення використання добрив на основі амонію та використання замість них добрив на основі нітратів може допомогти запобігти подальшому підкисленню ґрунту.

- Управління внесенням добрив: правильний вибір часу та розміщення добрив може мінімізувати ризик підкислення ґрунту. Часткове внесення азотних добрив, розміщення їх близько до коренів рослин і використання добрив із повільним вивільненням можуть зменшити підкислюючий ефект удобрення.

#### 4. Сівозміна та покривні культури:

- Сівозміна: впровадження систем сівозміни, які включають бобові або інші рослини з глибоким корінням, може допомогти контролювати кислотність ґрунту. Зернобобові, завдяки своїй азотфіксуючій здатності можуть зменшити потребу в синтетичних азотних добрив, тим самим знижуючи ризик підкислення ґрунту [3].

- Покривні культури: такі як конюшина, жито, а також люцерна можна вирощувати в міжсезоння для того, щоб запобігти ерозії ґрунту, покращити структуру ґрунту та внести органічні речовини. Необхідно мати на увазі, що деякі покривні культури також можуть допомогти зменшити кислотність ґрунту, при цьому поглинаючи надлишок поживних речовин із ґрунту та додаючи в ґрунт органічний матеріал під час розкладання.

5. Нанесення гіпсу: Гіпс (сульфат кальцію): гіпс не є матеріалом для вапнування і безпосередньо не підвищує рН ґрунту, але він може допомогти

пом'якшити вплив кислотності ґрунту, особливо на ґрунтах з високим вмістом алюмінію. Гіпс постачає кальцій, не впливаючи на рН, і може допомогти витіснити алюміній із частинок ґрунту, зменшуючи його токсичність для коренів рослин.

До основних ознак кислих ґрунтів відносяться:

- Дефіцит поживних речовин: у кислих ґрунтах необхідні поживні речовини, такі як фосфор, кальцій і магній, стають менш доступними для рослин. Це може призвести до дефіциту поживних речовин, затримки росту та зниження продуктивності сільського господарства.

- Токсичність алюмінію та марганцю: коли рН ґрунту знижується, токсичні елементи, такі як алюміній та марганець, стають більш розчинними та можуть досягати рівнів, шкідливих для коренів рослин, перешкоджаючи їхньому росту та поглинанню поживних речовин.

- Знижена мікробна активність: кислотні умови можуть пригнічувати активність корисних ґрунтових мікробів, які необхідні для таких процесів, як фіксація азоту та розкладання органічних речовин. Це може ще більше знизити родючість ґрунту та негативно вплинути на здоров'я рослин.

- Погана структура ґрунту: кислі ґрунти часто мають погану структуру через брак кальцію, який важливий для агрегації ґрунту. Це може призвести до ущільнення, зниження аерації та поганої інфільтрації води, що ще більше перешкоджає росту рослин.

- Ризик ерозії: кислі ґрунти, особливо з поганою структурою, більш сприйнятливі до ерозії. Це може призвести до втрати верхнього шару ґрунту, який багатий органічною речовиною та поживними речовинами, що загострює проблеми підтримки родючості ґрунту.

Нижче наведено причини, чому боротьба з кислотністю ґрунту є життєво необхідною, і переваги, які є результатом ефективного управління.

#### 1. Підтримка продуктивності сільського господарства

- Однією з головних причин для боротьби з кислотністю ґрунту є збереження або підвищення продуктивності сільського господарства. Кислі ґрунти часто призводять до дефіциту поживних речовин, особливо таких необхідних елементів, як фосфор, кальцій і магній. Ці поживні речовини стають менш доступними для рослин, оскільки рН ґрунту знижується, що може серйозно обмежити ріст культур і знизити врожайність. Зменшуючи кислотність ґрунту за допомогою вапнування або інших методів регулювання рН, фермери можуть покращити доступність поживних речовин, що призведе до здоровішого врожаю та більшого врожаю.

- У кислих ґрунтах токсичні елементи, такі як алюміній і марганець, стають більш розчинними та можуть досягати рівнів, шкідливих для коренів рослин. Завдяки нейтралізації кислотності ґрунту знижується розчинність цих токсичних елементів, мінімізуючи їх шкідливий вплив на рослини.

- Кислі ґрунти часто страждають від поганої структури, що може призвести до ущільнення, зниження аерації та поганої інфільтрації води. Ці умови ще більше перешкоджають росту рослин і можуть посилити такі



проблеми, як ерозія. Вапнування кислих ґрунтів може допомогти покращити структуру ґрунту, сприяючи агрегації частинок ґрунту, покращуючи утримання води та полегшуючи проникнення коренів. Це створює більш сприятливі умови для росту рослин, що призводить до підвищення врожайності [4].

## 2. Підтримка сталого сільського господарства

- Стале сільське господарство залежить від тривалого здоров'я та продуктивності ґрунтів. Кислотність ґрунту, якщо її не контролювати, може призвести до поступового зниження родючості ґрунту та деградації ґрунтової структури. Це підриває стійкість сільськогосподарської практики, оскільки фермери можуть бути змушені поклатися на все більші витрати добрив та інших хімікатів для підтримки врожайності. Боротьба з кислотністю ґрунту допомагає зберегти здоров'я ґрунту, зменшуючи потребу у зовнішніх ресурсах і сприяючи більш стійким методам ведення сільського господарства.

- Кислотність ґрунту може обмежити асортимент культур, які можна вирощувати, оскільки багато рослин чутливі до низьких рівнів рН. Керуючи кислотністю ґрунту, фермери можуть урізноманітнити свої сівозміни, що корисно для здоров'я ґрунту та може зменшити тиск шкідників і хвороб. Крім того, підтримка нейтрального або злегка кислого рН ґрунту дозволяє вирощувати більше різноманітних культур, сприяючи стійкості сільського господарства та продовольчій безпеці.

## 3. Переваги для навколишнього середовища та екосистеми

- Кислі ґрунти більш схильні до вимивання, коли надлишок води виносить поживні речовини та забруднюючі речовини у водойми, що знаходяться поблизу. Це може призвести до забруднення річок, озер і ґрунтових вод такими речовинами, як нітрати та важкі метали, створюючи ризик як для здоров'я людини, так і для водних екосистем. Завдяки боротьбі з кислотністю ґрунту знижується ризик вимивання, що допомагає захистити якість води та зберегти здорове водне середовище [5].

- Кислотність ґрунту є проблемою не лише для сільського господарства, а й для лісів та природних екосистем. Багато видів дерев і місцевих рослин чутливі до рН ґрунту, а кислотні умови можуть обмежити їх ріст і виживання. Це може призвести до зниження продуктивності лісів, втрати біорізноманіття та змін у динаміці екосистем. Вирішення проблеми кислотності ґрунту в лісистих районах допомагає підтримувати здорові екосистеми, підтримувати біорізноманіття та забезпечувати безперервне надання екосистемних послуг, таких як поглинання вуглецю та регулювання води.

- Здорові ґрунти відіграють вирішальну роль у пом'якшенні зміни клімату шляхом поглинання вуглецю та зменшення викидів парникових газів. Кислі ґрунти, однак, можуть перешкоджати цьому процесу, зменшуючи ріст рослин і мікробну активність, які є важливими для поглинання вуглецю. Нейтралізуючи кислотність ґрунту, ґрунти можуть краще підтримувати ріст рослин і мікробні процеси, підвищуючи їх здатність вловлювати та зберігати вуглець, таким чином сприяючи зусиллям із пом'якшення кліматичних змін.

## 4. Економічні та соціальні наслідки

- Кислотність ґрунту може мати значні економічні наслідки для фермерів і сільських громад. Низька врожайність сільськогосподарських культур і зниження продуктивності сільського господарства через кислотність ґрунту можуть призвести до фінансових втрат, відсутності продовольчої безпеки та збільшення залежності від зовнішніх ресурсів, таких як добрива. Ефективно керуючи кислотністю ґрунту, фермери можуть досягти більш стабільних і вищих урожаїв, покращуючи свою економічну стабільність і зменшуючи ризик бідності та нестачі їжі.

- Здорові ґрунти є фундаментальними для виробництва продуктів харчування і, як наслідок, соціального добробуту. Боротьба з кислотністю ґрунту гарантує, що ґрунти залишаться продуктивними та здатними підтримувати виробництво їжі для нинішнього та майбутніх поколінь. Це особливо важливо в регіонах, де сільське господарство є основним засобом існування і де продовольча безпека тісно пов'язана зі здоров'ям ґрунту. Забезпечення здорових ґрунтів сприяє соціальній стабільності, стійкості громади та загальному добробуту.

Азот у сільськогосподарських системах може фіксуватися з атмосфери бобовими, розкладатися з органічної речовини ґрунту ґрунтовими організмами або додаватися до різних типів добрив. Різні азотні добрива мають дещо різні хімічні процеси, коли вони розкладаються в ґрунті та вносять у ґрунт різну кількість іонів водню. Азот добрив, який надходить і виходить із системи в незмінному вигляді, не сприяє підкисленню ґрунту, наприклад, нітрат калію. Азот, який залишається в системі, не сприяє підкисленню ґрунту, наприклад, азот, доданий до ґрунту як добриво, поглинається рослиною, а потім повертається в ґрунт, коли рослина гине та розкладається, і поглинається іншою рослиною [6].

Добрива на основі амонію є основним фактором підкислення ґрунту, особливо якщо азот вимивається, а не поглинається рослинами. Лише якщо азот знову повертається в ґрунт, коли рослина гине, підкислення не відбувається. Багато амонійних добрив сприяють підкисленню ґрунту, навіть якщо азот поглинається рослинами.

Амонійний азот із добрив або органічної речовини ґрунту легко перетворюється на іони нітратів та водню бактеріями в ґрунті. Це вносить різну кількість іонів водню в ґрунт залежно від добрива. Коли нітрат, який має негативний заряд, поглинається рослинами, іон гідроксиду, також негативно заряджений, виділяється з рослини для підтримки електричного балансу. Цей іон гідроксиду поєднується з іоном водню в ґрунті, утворюючи воду (іон водню більше не сприяє кислотності ґрунту). Залежно від добрива, усі іони водню, що вивільняються в результаті нітрифікації, можуть бути нейтралізовані або може відбутися чисте збільшення іонів водню.

Якщо нітрат не поглинається рослинами, він може вимиватися з кореневої зони, що означає, що рослина не вивільняє іон гідроксиду для зв'язування з іоном водню. Іони нітратів легко вимиваються з більшості сільськогосподарських ґрунтів, оскільки на складових ґрунту є більше

негативно заряджених поверхневих ділянок, ніж позитивно заряджених поверхневих ділянок (потрібних для утримання негативно заряджених іонів нітратів). Якщо нітрат вимивається, позитивно заряджений катіон також вимивається для підтримки електричного балансу. Катіони, які вимиваються, зазвичай є натрієм, калієм або кальцієм, а не воднем, оскільки іони водню сильніше утримуються ґрунтом. Якщо нітрат походить з амонійного добрива, результатом є чисте збільшення іонів водню. Нітрифікація бактеріями однієї молекули добрива діамонійфосфату призведе до вивільнення в ґрунт трьох іонів водню та двох іонів нітрату.

Якщо рослина поглине два іони нітрату, два іони водню зв'яжуться з іонами гідроксиду, що вивільняються з рослини, залишивши один іон водню, який сприятиме кислотності ґрунту. Якщо два іони нітрату вимиваються з кореневої зони, усі три іони водню залишаться, щоб сприяти кислотності ґрунту [7].

Якщо іони нітратів, які поглинає рослина, походять із добрива на основі нітрату калію, виникає ефект вапнування, оскільки іони водню нейтралізуються в процесі. Якщо ці іони нітратів вимиваються, немає ефекту вапнування, але також немає підкислення ґрунту, оскільки іони водню не надходять у ґрунт разом із добривом. Боротьба з кислотністю ґрунту має важливе значення для підтримки продуктивності сільського господарства, підтримки сталого землеробства, захисту навколишнього середовища та забезпечення економічного та соціального добробуту. Звертаючи увагу на кислотність ґрунту можна підвищити доступність поживних речовин, зменшити токсичність, покращити структуру ґрунту та сприяти довгостроковому здоров'ю ґрунту.

Ці дії сприяють більш стійким сільськогосподарським системам, здоровішим екосистемам і більш стійкому майбутньому як для людей, так і для планети. Важливість управління кислотністю ґрунту не можна недооцінювати, оскільки це ключовий фактор у досягненні продовольчої безпеки, екологічної стійкості та економічної стабільності.

Можна стверджувати про те, що загалом кислі ґрунти створюють значні проблеми для сільського господарства та природних екосистем, але з цими проблемами можна впоратися за допомогою таких практик, як вапнування, органічні поправки та належне удобрення.

**Висновок.** Таким чином, кислотність ґрунту є серйозною проблемою, яка може обмежити ріст рослин, знизити продуктивність сільського господарства та вплинути на здоров'я екосистеми.

Однак цим можна ефективно керувати за допомогою різних методів, включаючи внесення вапна, використання органічних поправок і застосування альтернативних методів удобрення.

Розуміючи причини та наслідки кислотності ґрунту, фермери, садівники та землевпорядники можуть вживати активних заходів для боротьби з кислотністю ґрунту, забезпечуючи здоровіші ґрунти та більш продуктивний ріст рослин.

### Список використаної літератури

1. Балюк С. А., Кучер А. В. Просторові особливості ґрунтового покриву як основа сталого управління ґрунтами // Укр. геогр. журн. 2019. № 3. С. 3–14. URL: <https://doi.org/10.15407/ugz2019.03.003>
2. Гончарук Г. С., Бронникова Л. Ф. Чинник агрохімічних властивостей ґрунту у вирощуванні енергетичних культур. Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 14. С. 141-151.
3. Лялін О. І. Ґрунтознавство : конспект лекцій для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 130 с.
4. Мазур В. А., Врадій О. І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 13. С. 16-24.
5. Позняк С. П., Гавриш Н. С. Роль ґрунтів у розвитку суспільства // Укр. геогр. журн. 2019. № 2. С. 57–61. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2019.02.057>
6. Huang, J., Hartemink, A.E. Soil and environmental issues in sandy soils. Earth-ScienceReviews. 2020.
7. Цицюра Я. Г., Поліщук М.І., Бронникова Л. Ф. Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів. Навч. посіб. ТОВ «Друк плюс». 2020. 676 с.

**Олег МАРУХНО<sup>49</sup>,**  
студент 11 ЛГ-Маг курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В УМОВАХ ФІЛІЇ «ЧОРТКІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

*Анотація.* В ході проведених досліджень встановлено, що в лісгоспі штучні ліси охоплюють понад 67 % від загальної площі земель, вкритих лісом, водночас зруби, галявини та пустирі становлять лише 9 %. Встановлено, що більшість культур росте в умовах типу Д2 (1274,5 га), тоді як решта – в умовах типу С2 (45,7 га). Встановлено, що зростання лісових культур, починаючи з 24-річного віку, майже не впливає на таксаційні характеристики дубових деревостанів. На свіжих зрубках, де ґрунти ще не зазнали ущільнення, практикується створення часткових культур дуба звичайного без попереднього обробітку ґрунту. Визначено, що в «Чортківському лісовому

<sup>49</sup>Науковий керівник: Матусяк М.В., доцент, к.с.-г.н., завідувач кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ

господарстві» часткові культури здебільшого створюються з міжряддями шириною 6 метрів (51,0 %) та з відстанню між рослинами в ряду 0,5 м. Визначено, що найбільш оптимальним періодом для посадки є рання весна, до початку розпускання бруньок. У лісництві добрі результати також показує висів жолудів у третій декаді жовтня за умови відсутності мишоподібних гризунів та диких кабанів на лісокультурній площі.

**Ключові слова:** лісові культури, дуб звичайний, схема змішування, саджанці, лісотвірні породи.

**Abstract.** The research found that artificial forests cover more than 67% of the total area of land covered by forests in the forestry enterprise, while log cabins, clearings and wastelands account for only 9%. It was found that most crops grow in D2 conditions (1274.5 hectares), while the rest grow in C2 conditions (45.7 hectares). It was found that the growth of forest crops, starting from the age of 24, has almost no effect on the taxonomic characteristics of oak stands. On fresh logs, where soils have not yet been compacted, it is practiced to create partial cultures of common oak without prior tillage. It has been determined that in the Chortkiv Forestry, partial cultures are mostly created with row spacing of 6 meters (51.0%) and a distance of 0.5 m between plants in a row. It has been determined that the most optimal period for planting is early spring, before budding. In the forestry, acorn sowing in the third decade of October also shows good results, provided that there are no mouse-like rodents and wild boars on the forestry area.

**Key words:** forest crops, common oak, mixing scheme, seedlings, forest-forming species.

**Вступ.** Дуб звичайний є ключовою лісоутворювальною породою, що відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності лісів. Широкомасштабні дослідження, спрямовані на вивчення його використання, проводяться в різних кліматичних умовах, оскільки ця порода має значний господарський потенціал як на національному, так і міжнародному рівні.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю впровадження ефективних методів формування штучних деревостанів, що дозволяють створювати стійкі лісові насадження, здатні успішно зростати та виконувати важливі екологічні функції. Такі насадження мають забезпечувати виробництво деревини високої якості, що володіє значною економічною цінністю [4].

**Мета роботи:** проаналізувати особливості створення лісових культур за участю дуба звичайного в умовах філії «Чортківське лісове господарство».

**Об'єкт досліджень:** ріст і розвиток лісових культур в умовах філії «Чортківське лісове господарство».

**Результати досліджень.** У «Чортківському лісовому господарстві» на сьогодні штучні ліси охоплюють понад 67 % від загальної площі земель, вкритих лісом. Водночас зруби, галявини та пустирі становлять лише 9 % лісового фонду, що зумовлює значні обсяги щорічних лісокультурних робіт (табл. 1). За останні п'ять років у свіжих дібровах лісгоспу було створено 205,3 га лісових культур [2].

Відповідно до даних таблиці 1, для створення лісових культур застосовувався частковий обробіток ґрунту у вигляді борозен або смуг. Технологія створення залежить від стану зрубів. На зрубках, де очікується природне поновлення супутніх та кущових порід, таких як граб звичайний і ясен звичайний, використовується метод пониження пеньків на смугах шириною 2-4 м з подальшим обробітком ґрунту дисковими знаряддями.

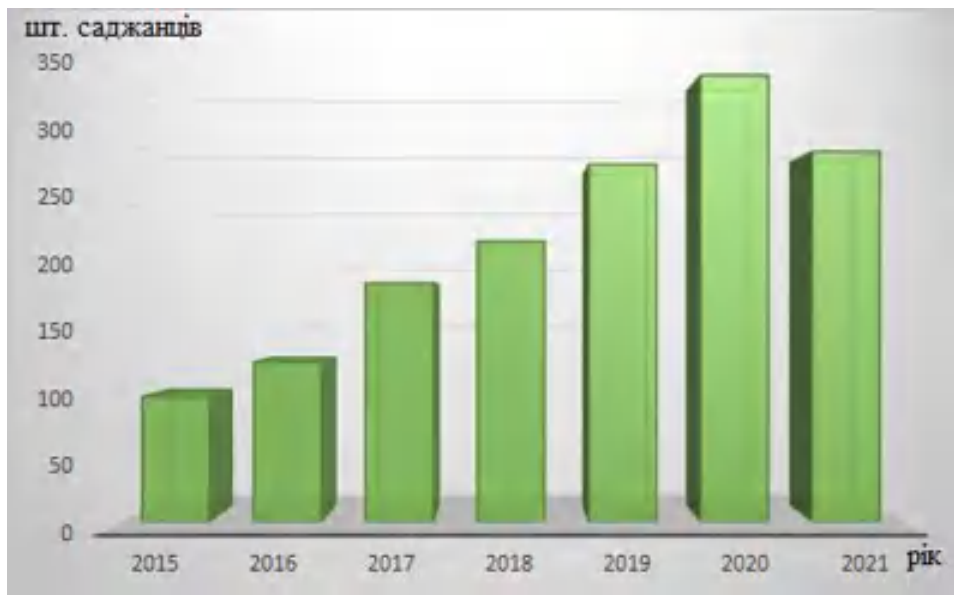
**Таблиця 1**

**Розподіл лісових культур, створених в «Чортківському лісовому господарстві» за схемами змішування**

Схеми змішування	Площа	
	га	% від загальної площі культур
1рАкб	12,7	5,0
1рБп	7,7	0,5
1рВлх	10,8	0,6
1рВрб	4,9	0,4
1рГрх	18,5	1,2
1рДз	1909,9	80,8
1рДч	41,2	1,2
1рМд	2,1	0,5
1рСз	87,6	4,0
1рТч	8,7	0,4
1рЯз	6,3	0,7
Всього:	2112,4	100,0

Борозни нарізають плугом ПКЛ-70. На зрубках без природного поновлення пеньки понижуються на смугах шириною 2 м, з наступною обробкою дисковими знаряддями (КЛБ-1,7 або БДВ-2,2). Досвід лісокультурних робіт показує, що передпосадковий обробіток ґрунту є критично важливим лише в перші роки. Більшість культур росте в умовах типу Д<sub>2</sub> (1274,5 га), тоді як решта – в умовах типу С<sub>2</sub> (45,7 га).

Для детального розуміння рівня збільшення висадки молодняку у лісостанах досліджуваного об'єкту, ми провели аналіз динаміки висадки саджанців дуба звичайного за проміжок часу 2015-2021 рр. Результати аналізу представлені на рисунку 1.



*Рис. 1. Динаміка посадки дуба звичайного в «Чортківському лісовому господарстві» за 2015-2021 рр.*

Зростання лісових культур, починаючи з 24-річного віку, майже не впливає на таксаційні характеристики дубових деревостанів. На свіжих зрубках, де ґрунти ще не зазнали ущільнення, практикується створення часткових культур дуба звичайного без попереднього обробітку ґрунту.

*Таблиця 2*

*Розподіл лісових культур, створених в «Чортківському лісовому господарстві» за розміщенням садивних місць*

Розміщення садивних місць, в м	Площа	
	га	% від загальної площі культур
1,5x0,7	7,8	0,5
2x0,7	90,4	6,3
2,5x0,6	28,1	1,3
2,7x0,7	37,5	1,9
2,5x2	10,3	0,1
3x0,6	36,4	0,5
3x0,7	350	17,7
3x1	21,2	0,8
3x2	6,9	0,1
3,5x0,7	13	0,9
4x0,6	17,2	0,4
4x0,7	432,1	9,3
4x1	18,5	0,6
6x0,5	56,9	1,1
6x0,6	100,6	6,7
6x0,7	818,8	51,0
6x1	52	0,4
8x1	13,2	0,2
тераси	1,5	0,1
Разом	2112,4	100,0

Початкова густина таких культур визначається біологічними особливостями порід, умовами лісорослинного середовища, методом створення культур, видом та розмірами посадкового матеріалу, рівнем і якістю природного поновлення, а також ризиком ураження культур шкідниками та хворобами. Крім того, важливу роль відіграють можливості забезпечення ефективного догляду за лісовими культурами. В «Чортківському лісовому господарстві» часткові культури здебільшого створюються з міжряддями шириною 6 метрів (51,0 %) та з відстанню між рослинами в ряду 0,5 м.

У дібровах дуб звичайний є основною лісоутворювальною породою. Супутні породи та чагарники не висаджуються, оскільки їх природна кількість достатня для сприятливого розвитку культур дуба [5].

У свіжих дібровах лісгоспу, де на зрубках спостерігається природне поновлення, формуються деревостани з дуба з домішкою граба та клена. На зрубках, де відбувається заростання другорядними деревними рослинами та чагарниками, перед посадкою виконується прорубування коридорів шириною 2-4 метри. Після цього проводиться очищення від пнів та підготовка ґрунту дисковими знаряддями перед посадкою сіянців дуба. Сіянці висаджують вручну під керівництвом Колесова. Найбільш оптимальним періодом для посадки є рання весна, до початку розпускання бруньок. У лісництві добрі результати також показує висів жолудів у третій декаді жовтня за умови відсутності мишоподібних гризунів та диких кабанів на лісокультурній площі.

Агротехнічний догляд за ґрунтом у свіжих дібровах триває п'ять років. Механізований догляд, що здійснюється за допомогою плуга КЛБ-1,7, передбачає 15-кратний прохід міжряддями (5, 4, 3, 2, 1 разів відповідно до років). Додатково проводиться 11-кратний ручний догляд у рядках та захисних смугах протягом тих самих п'яти років (4, 3, 2, 1, 1 разів на рік). Основним методом створення лісових культур є посадка стандартних сіянців [3].

**Висновки.** В результаті проведених досліджень встановлено наступне:

1. У «Чортківському лісовому господарстві» на сьогодні штучні ліси охоплюють понад 67 % від загальної площі земель, вкритих лісом. Водночас зруби, галявини та пустирі становлять лише 9 % лісового фонду, що зумовлює значні обсяги щорічних лісокультурних робіт.

2. На зрубках, де очікується природне поновлення супутніх та кущових порід, таких як граб звичайний і ясен звичайний, використовується метод пониження пеньків на смугах шириною 2-4 м з подальшим обробітком ґрунту дисковими знаряддями.

3. В «Чортківському лісовому господарстві» часткові культури здебільшого створюються з міжряддями шириною 6 метрів (51,0 %) та з відстанню між рослинами в ряду 0,5 м.

4. Агротехнічний догляд за ґрунтом у свіжих дібровах триває п'ять років. Механізований догляд, що здійснюється за допомогою плуга КЛБ-1,7, передбачає 15-кратний прохід міжряддями (5, 4, 3, 2, 1 разів відповідно до років).



### Список використаної літератури

1. Василевський О.Г., Нейко І.С., Матусяк М.В., Єлісавенко Ю.А. Характеристика структури та лісовідновних процесів природних дубових лісостанів ДП «Крижопільське ЛГ». Сільське господарство та лісівництво. 2018. Вип. № 3 (10). Вінниця. С. 19-30.
2. Бондар А.О. Вміст поживних речовин в органічному опаді дубових насаджень Вінницької області. *Наукове видання УкрНДІЛГА «Лісівництво і агролісомеліорація»*. Харків: Майдан, 2004. Вип. 106. С. 132-136.
3. Бондар А.О. Вологість заболонної деревини дуба звичайного в насадженнях з різною інтенсивністю рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства. *Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету*. Львів: УкрДЛТУ, 2004. № 13.4. с. 54-57.
4. Бондар А.О. Вплив інтенсивності рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства, на продуктивність насаджень у часткових культурах дуба звичайного. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. К.: НАУ, 2004. Вип. 70. с. 159-170.
5. Бондар А.О. Вплив способу створення лісових культур дуба на інтенсивність росту саджанців. *Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету*. Львів: УкрДЛТУ, 2003. Вип. 13.3. С. 194-198.

**Олександр МИКИЧУР<sup>50</sup>**,

студент 3-го курсу,

Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування,

факультет агрономії садівництва та захисту рослин

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

### ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ, ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ДЕГРАДАЦІЮ ҐРУНТІВ

***Анотація.** У статті висвітлюється глобальна проблема деградації ґрунтів, яка загрожує продовольчій безпеці, екологічній стабільності та сталому розвитку сільського господарства. Деградація ґрунтів в Україні та світі зумовлена як природними процесами, так і антропогенними чинниками, такими як ерозія, засолення, забруднення та втрата органічної речовини. Зокрема, зміна клімату посилює процеси деградації через екстремальні погодні умови та підвищення температур. Особлива увага приділена впливу кліматичних змін, таких як підвищення температури, зміна режиму опадів і тривалість посух, на процеси деградації ґрунтів. У статті детально розглянуто основні фактори деградації ґрунтів і запропоновано шляхи їх*

---

<sup>50</sup>Науковий керівник: Васильков О.В., асистент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

подолання, зокрема консерваційне землеробство, покращення систем зрошення та агролісомеліорація. Наголошено на важливості застосування адаптаційних стратегій для збереження ґрунтових ресурсів та забезпечення стійкості сільського господарства в умовах змін клімату. Запропоновано шляхи пом'якшення наслідків, включаючи консерваційне землеробство, покращення систем зрошення, відновлення органічного вмісту ґрунтів та впровадження агролісомеліорацій.

**Ключові слова:** деградація ґрунтів, зміна клімату, ерозія, засолення, опустелювання, гумус, сільське господарство, продовольча безпека.

**Annotation.** The article highlights the global problem of soil degradation, which threatens food security, environmental stability and sustainable agricultural development. Soil degradation in Ukraine and the world is caused by both natural processes and anthropogenic factors, such as erosion, salinization, pollution and loss of organic matter. In particular, climate change exacerbates degradation processes due to extreme weather conditions and rising temperatures. Particular attention is paid to the impact of climate change, such as rising temperatures, changes in precipitation patterns and the duration of droughts, on soil degradation processes. The article examines in detail the main factors of soil degradation and suggests ways to overcome them, including conservation agriculture, improvement of irrigation systems and agroforestry. The importance of applying adaptation strategies for the conservation of soil resources and ensuring the sustainability of agriculture in the face of climate change is emphasized. Mitigation options are proposed, including conservation agriculture, improvement of irrigation systems, restoration of soil organic content, and implementation of agroforestry.

**Key words:** soil degradation, climate change, erosion, salinization, desertification, humus, agriculture, food security.

**Вступ.** Деградація ґрунтів є однією з найбільших екологічних проблем сучасності, яка має серйозні наслідки для сільського господарства, екосистем та продовольчої безпеки. Україна, як країна з розвиненим аграрним сектором, особливо вразлива до цього явища. Ґрунти є основним ресурсом для вирощування сільськогосподарських культур, однак їх родючість стрімко знижується через вплив як антропогенних факторів, так і природних процесів. Водна та вітрова ерозія, засолення, забруднення та зменшення вмісту гумусу є ключовими аспектами деградації ґрунтів в Україні. Одним із головних чинників, що посилюють процеси деградації ґрунтів, є зміна клімату. Підвищення середньорічної температури, часті посухи, зміни в режимі опадів та екстремальні погодні явища негативно впливають на стан ґрунтів, що ставить під загрозу стабільність аграрного виробництва.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Деградація ґрунтів є проблемою, що загрожує будь-якій країні та має глобальні наслідки, впливаючи на продовольчу безпеку, екологічний стан і сталий розвиток сільського господарства. Втрата родючості земель та опустелювання є одними з

найсерйозніших викликів для сталого розвитку людства, оскільки вони спричиняють значні проблеми, такі як зміна клімату, зниження біорізноманіття, дефіцит води, поширення бідності, голод і масові міграції населення [1].

Опустелювання є процесом деградації земель, спричиненим як природними, так і антропогенними факторами. Деградація земель полягає в спрощенні ландшафтів та погіршенні їх властивостей, що відбувається через вплив людини або природних процесів. Це стосується як зниження якості ґрунтів, так і втрати їх корисних функцій та складу, які важливі для природного балансу. Деградація ґрунтів проявляється у зменшенні їх родючості або втраті фізичних та хімічних властивостей, таких як підкислення, засолення, ерозія, підтоплення, заболочування і забруднення. Втрата гумусу в ґрунтах є однією з головних екологічних проблем сьогодення, і основною причиною цього є нераціональне використання земельних ресурсів, коли з ґрунтів більше забирають, ніж відновлюють [3].

Ерозія – це процес руйнування ґрунту під дією вітру, води та інших чинників, при якому продукти ерозії переміщуються за межі зони їхнього утворення. Вона спричинена як природними, так і антропогенними впливами. Землі, що зазнали ерозії, мають погіршені фізичні, фізико-механічні, агрохімічні та біологічні властивості, що призводить до значного зниження врожайності.

Науковці попереджають, що внаслідок змін клімату Україна опиняється в зоні підвищених температур і погодніх катаклізмів, і вже в найближчі 30-40 років великі території країни можуть постраждати від процесу опустелювання. Земельна деградація може бути викликана як людською діяльністю, так і природними процесами. Тому для ефективного вирішення цієї проблеми важливо чітко розуміти її причини. Сучасні технології, такі як дистанційне зондування, дозволяють аграріям більш точно моніторити стан полів і вибрати найкращі методи протидії [5].

Деградація ґрунтів означає втрату їхніх фізичних, хімічних, біологічних та екологічних характеристик внаслідок природних або антропогенних чинників. Вона проявляється через зменшення кількості поживних та органічних речовин, ерозію, підкислення, опустелювання та забруднення. Процес деградації залежить від кількох факторів:

- 1) поточного стану ґрунту;
- 2) причин і рівня стресу;
- 3) реакції ґрунту на стрес;
- 4) впливу стресових чинників на довкілля.

Деградація ґрунтів негативно впливає на екосистему та знижує її продуктивність, особливо у сфері харчової промисловості. Вирішення цієї проблеми є критично важливим для забезпечення глобальної продовольчої безпеки.

До деградації земель призводять різні процеси. Залежно від причин появи їх можна поділити на чотири основні групи (табл. 1).

Ґрунти є основою сільського господарства та екосистем України. Однак, внаслідок інтенсивного використання, неправильного землекористування та зміни клімату, значна частина ґрунтів в Україні зазнає деградації.

За даними, близько 33% ґрунтів у світі втратили свою родючість, і ця проблема є актуальною і для нашої країни.

**Таблиця 1**

**Класифікація причин деградації ґрунту**

<b>Тип</b>	<b>Головні фактори та наслідки</b>
<b>Біологічна</b>	Зниження мікробної активності через руйнівні біохімічні процеси, передусім на незахищених полях, зменшує врожайність та робить землю менш придатною для обробітки сільськогосподарських культур.
<b>Хімічна</b>	Несприятливі зміни у хімічному складі ґрунту (внаслідок використання синтетичних добрив, пестицидів тощо) погіршують харчування рослин. Через хімічну деградацію ґрунту зменшується кількість корисних мікробів та знижується вміст гумусу, а також змінюється рН.
<b>Екологічна</b>	На продуктивність землі насамперед впливає зміна клімату (підвищення температури, екстремальні погодні явища тощо). Вирубування лісів також сприяє екологічній деградації, викликаючи ерозію та порушуючи стабільність екосистем.
<b>Фізична</b>	Родючий верхній шар ґрунту втрачається та виснажується внаслідок фізичного впливу: повеней, поверхневих стоків, зсуву, вітрів, бурь, інтенсивної обробки полей, використання важкої техніки тощо. Тривала фізична деградація ґрунтів погіршує склад та структура ґрунту, а отже, його родючість.

*Джерело: сформовано автором на основі [2].*

Згідно з даними, основними видами деградації ґрунтів в Україні є:

- 1) водна та вітрова ерозія - 57,5% території;
- 2) забруднення радіонуклідами - 11,1%;
- 3) заболочування - 14,0%;
- 4) підкислення/підлуження ґрунту;
- 5) біологічна деградація ґрунтів - зміни або втрати в структурі ґрунтової біоти, зниження біохімічної активності[3].

Деградація ґрунтів призводить до зниження їх родючості, погіршення фізичних характеристик, втрати поживних речовин та зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. Це, в свою чергу, ставить під загрозу продовольчу безпеку країни.

Зміна клімату посилює процеси деградації ґрунтів в Україні. Зокрема, спостерігається збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, таких як посухи, зливи та заморозки. Це призводить до ерозії ґрунтів, вимивання поживних речовин та зниження їх родючості.

Крім того, зміни в режимі опадів, зокрема їх зливовий характер, сприяють ерозії та погіршенню структури ґрунтів. Втрата органічної речовини, особливо гумусу, є ще одним наслідком зміни клімату, що негативно впливає на здатність ґрунтів підтримувати сільськогосподарські культури.

Зміна клімату є однією з найсерйозніших екологічних проблем сучасності, і її вплив на деградацію ґрунтів стає все більш очевидним. Ґрунти є

важливим компонентом екосистеми, що забезпечує вирощування сільськогосподарських культур, утримання вологи та вуглецю, а також підтримання біорізноманіття. Однак кліматичні зміни призводять до низки факторів, що безпосередньо або опосередковано впливають на їхнє погіршення.

Основні фактори деградації ґрунтів під впливом кліматичних змін:

1. *Ерозія ґрунтів*. Зміни в інтенсивності опадів, спричинені зміною клімату, часто призводять до збільшення випадків ерозії. Інтенсивні дощі, які змінюються тривалими посухами, сприяють вимиванню верхнього родючого шару ґрунту. Вітер також може стати рушійною силою ерозії, особливо в регіонах, що постійно страждають від посухи. Зникнення цього шару знижує продуктивність сільськогосподарських земель, що в свою чергу впливає на продовольчу безпеку.

2. *Втрата органічної речовини*. Зростання температур, викликане глобальним потеплінням, сприяє швидшому розкладанню органічної речовини у ґрунті. Це призводить до втрати поживних речовин і погіршення структури ґрунту. Органічні речовини грають ключову роль у збереженні вологості ґрунту та його родючості, тому їхнє зменшення негативно впливає на здатність ґрунту підтримувати життя рослин.

3. *Засолення ґрунтів*. Зміни в режимі опадів і температур можуть призвести до посилення засолення ґрунтів. У посушливих регіонах, через недостатнє вимивання, солі накопичуються на поверхні ґрунту, що робить його непридатним для вирощування багатьох культур. Зміна клімату поглиблює проблему засолення через зміну водного балансу та підвищення випаровування.

4. *Посилення посух і зниження рівня вологості*. Тривалі посухи, спричинені глобальним потеплінням, знижують рівень вологості ґрунту, що зменшує його родючість. Ґрунт стає менш здатним утримувати воду, що ускладнює вирощування культур. Зниження кількості води в ґрунті також впливає на мікроорганізми, які грають важливу роль у підтримці його родючості.

5. *Зниження біорізноманіття*. Зміна клімату впливає на розподіл рослин та тварин, що живуть у ґрунті. Деякі види можуть не вижити в умовах зміненого клімату, що призводить до зменшення біорізноманіття. Це знижує стійкість ґрунту до впливу зовнішніх факторів, зменшуючи його здатність відновлюватися після деградації [4].

Деградація ґрунтів під впливом кліматичних змін має серйозні наслідки для сільського господарства, оскільки призводить до зниження врожайності та продуктивності. Це загрожує продовольчій безпеці в багатьох країнах, особливо в регіонах, де сільське господарство є основним джерелом доходу. Крім того, деградовані ґрунти втрачають здатність зберігати вуглець, що сприяє подальшому посиленню парникового ефекту [1].

Зменшення впливу деградації ґрунтів в умовах зміни клімату потребує впровадження комплексних заходів. По-перше, важливо використовувати консерваційне землеробство, що включає мінімальну обробку ґрунту, сівозміну та покривні культури для зниження ерозії. По-друге, слід удосконалювати

системи зрошення, забезпечуючи раціональне використання водних ресурсів та запобігаючи засоленню ґрунтів. Також необхідно збільшувати вміст органічних речовин шляхом використання компосту, сидератів та мульчування, що підвищить стійкість ґрунтів до посух та підвищених температур. Агролісомеліорація (висадка дерев і чагарників) допомагає утримувати вологу в ґрунті та зменшувати вітрову ерозію. Своєчасне відновлення деградованих територій за допомогою рекультивації також є важливим аспектом. Нарешті, важливо підвищувати обізнаність та навчати фермерів і аграріїв стратегіям адаптації до змін клімату, щоб зберегти продуктивність земель у довгостроковій перспективі (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Шляхи пом'якшення наслідків деградації ґрунтів**

<b>Шляхи</b>	<b>Характеристика</b>
Застосування методів консерваційного землеробства	використання технологій, які зменшують ерозію, таких як безорне землеробство або мульчування
Відновлення деградованих земель	посадка дерев, боротьба із засоленням і деградацією шляхом оптимального управління водними ресурсами
Раціональне водокористування	поліпшення іригаційних систем для мінімізації засолення та ефективного використання води в сільському господарстві
Підвищення органічного вмісту ґрунту	компостування, використання покривних культур та інших методів, що сприяють збереженню та накопиченню органічних речовин

*Джерело: сформовано автором на основі [4].*

Для пом'якшення впливу зміни клімату на деградацію ґрунтів важливо впроваджувати адаптаційні стратегії, такі як:

- 1) відновлення та збереження природних екосистем, які можуть допомогти в утриманні вологи та зменшенні ерозії.
- 2) використання стійких методів землекористування, які включають сівозміни, агролісівництво та органічне землеробство.
- 3) розробка систем моніторингу стану ґрунтів та впровадження нових технологій для їх покращення.

Вирішення проблеми деградації ґрунтів в Україні вимагає скоординованих зусиль всіх зацікавлених сторін - держави, науковців, фермерів та громадськості. Лише спільними зусиллями ми зможемо зберегти та відновити родючість ґрунтів, забезпечивши сталий розвиток сільського господарства та продовольчу безпеку країни.

**Висновки.** Таким чином, зміна клімату є серйозним викликом для деградації ґрунтів, і вжиття заходів для адаптації та збереження ґрунтових ресурсів є критично важливим для забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку сільського господарства. Застосування інноваційних технологій і адаптаційних стратегій може допомогти зберегти родючість ґрунтів і забезпечити стійкість до зміни клімату в майбутньому.

### Список використаної літератури

1. Бурлака Н. І. Деградація ґрунту та шляхи її подолання. *Перспективні напрямки розвитку економіки, фінансів, обліку, менеджменту та права: теорія і практика* : зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф., (9 берез. 2019 р., м. Полтава). У 3 ч. Ч. 1. - Полтава : ЦФЕНД, 2019. - С. 38-39.
2. Деградація ґрунту: причини, наслідки та методи боротьби. URL: <https://eos.com/uk/blog/dehradatsiia-gruntiv/> (дата звернення: 09.09.2024).
3. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. URL: <http://land.gov.ua>(дата звернення: 09.09.2024).
4. Пелех Л.В. Стан деградаційних процесів у ґрунтовому покриву Вінниччини. *Всеукраїнська науково-практична конференція: «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності»*. 23-24 травня 2024 року. м. Вінниця. 2024.
5. Проблема деградації ґрунтів. Сучасний стан, ризики та способи подолання. URL: <https://superagronom.com/articles/589-problema-degradatsiyi-gruntiv-suchasniy-stan-riziki-ta-sposobi-podolannya#:~:text=На%20додаток%20до%20цього%20—%20світова,%2C%20забруднення%2C%20підкислення%20і%20засолення> (дата звернення: 09.09.2024).

**Катерина МОРОЗ<sup>51</sup>,**

студентка 1-го року навчання освітнього ступеня магістр,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ Агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ГІДРОЕНЕРГОПОТЕНЦІАЛ МАЛОЇ РІЧКИ ПОСТОЛОВА ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

***Анотація.** У статті проаналізовано значення енергетичних ресурсів для соціально-економічного розвитку та акцентується увага на важливості переходу до альтернативних джерел енергії, зокрема малої гідроенергетики в Україні. Огляд потенціалу річок, зокрема у Вінницькій області, показує значний потенціал для розвитку малих гідроелектростанцій, що можуть сприяти енергетичній незалежності країни. Необхідний ретельний аналіз можливих негативних наслідків будівництва малих ГЕС та розробки методичних підходів для їх оцінки, щоб забезпечити стійкий і екологічно відповідальний розвиток цього напрямку енергетики.*

---

<sup>51</sup>Наук. керівник: Оксана Врадій канд. с.-г. н., доцент кафедри екології та ОНС ВНАУ.

**Annotation.** *The article analyzes the importance of energy resources for socio-economic development and emphasizes the importance of the transition to alternative energy sources, in particular, small hydropower in Ukraine. A survey of the potential of rivers, in particular in the Vinnytsia region, shows a significant potential for the development of small hydroelectric power plants, which can contribute to the energy independence of the country. A thorough analysis of the possible negative consequences of the construction of small hydropower plants and the development of methodical approaches for their assessment is necessary to ensure the sustainable and environmentally responsible development of this direction of energy.*

**Вступ.** Енергетичні ресурси відіграють ключову роль у соціально-економічному розвитку країни, оскільки їхня наявність значно впливає на всі сфери життя. З огляду на обмеженість викопних джерел енергії, сучасний розвиток енергетичної галузі все більше орієнтується на альтернативні джерела. Світова тенденція зміщення акценту на більш стійкі та ефективні системи енергозабезпечення спричинена необхідністю переходу до використання ресурсів, що дозволяють гнучке планування і стійке зростання [2]. Альтернативна енергетика стає пріоритетним напрямом для забезпечення енергетичної безпеки та підвищення конкурентоспроможності країни. Розширення частки її використання є важливим елементом стратегії енергетичної незалежності України, що здатне створити позитивні умови для розвитку національної економіки [1].

Важливим елементом комплексного впровадження альтернативних і нетрадиційних джерел енергії в Україні є розвиток гідроенергетики, зокрема малої гідроенергетики. Це сприяє збалансуванню та покращенню паливної структури енергетичного комплексу країни. Мала гідроенергетика вважається одним із найбільш екологічно чистих джерел енергії, оскільки вона мінімально впливає на навколишнє середовище і може бути ефективно інтегрована в національну енергосистему [3].

**Виклад основного матеріалу.** Україна має велику кількість річок і струмків – 63 119 з загальною довжиною понад 206 тис. км. Майже 93% з них є малими річками, довжина яких не перевищує 10 км. Середні та великі річки, такі як Дніпро, Дунай, Тиса, мають басейни, що перетинають кілька природних зон, у той час як малі річки зазвичай течуть у межах однієї області або району. Площа водозборів річок також варіюється: басейни малих річок можуть займати площу від 20 до понад 10 тис. кв.км, а великі річки мають водозбори понад 100 тис. кв.км [2].

Потенційні гідроенергетичні ресурси річок України становлять значні можливості для розвитку малої гідроенергетики. Для басейнів річок Дністра, Тиси, Прута, частини Південного Бугу, Дніпра, Сіверського Дінця та Криму сумарний гідроенергетичний потенціал оцінюється в 1,98 млн кВт, з можливим виробітком енергії в 17 365 млн кВт\*год. Технічний потенціал цих річок складає 0,7 млн кВт, що відповідає 30% від загального гідропотенціалу всіх річок України, з можливим виробітком 6 390 млн кВт\*год.



Мала гідроенергетика є технологічно освоєною та економічно вигідною з точки зору виробництва електроенергії. У 2030 році планується виробити 3,34 млрд кВт\*год на МГЕС, що вимагатиме близько 7 млрд грн інвестицій. Найбільш успішним прикладом використання гідроенергетики є Вінницька область, де виробляється понад 16% всієї енергії від малої гідроенергетики України [4].

Гідропотенціал Вінницької області (млрд кВт\*год.): загальний– 0,360, технічний– 0,238, доцільно-економічний–0,108.

Варто зазначити, що 5 міні-ГЕС розташовані на річці Південний Буг, 2 міні-ГЕС – на її притоці Сільниці, 1 міні-ГЕС – на притоці Собі, а 5 міні-ГЕС – на притоці Дністра, Мурафі. Територіально міні-ГЕС розподілені наступним чином: 1 у м. Вінниця, 1 у м. Ладижин, 3 у Ямпільському районі, 2 у Чернівецькому районі, 2 у Тульчинському районі, 1 у Бершадському районі. У басейні Південного Бугу розташовані 8 міні-ГЕС, у басейні Дністра– 5 міні-ГЕС. Власниками (орендаторами) є ЗЕА «Новосвіт» (7 міні-ГЕС), ТОВ «Енергоінвест» (7 міні-ГЕС), ТОВ «Подільська енергокомпанія» (2 міні-ГЕС), ПАТ «Західенерго» (1 міні-ГЕС) та ТОВ «Гідроенергія» (1 міні-ГЕС). (табл.1).

Річка Постолова, ліва притока річки Південний Буг, протікає в межах Калинівського району Вінницької області. Вона бере початок на Придніпровській височині, на півдні від села Лемешівка, і тече переважно на південь. Нижче села Писарівка річка змінює напрямок на південний захід і впадає у Південний Буг на південний схід від села Іванів. Довжина річки становить 38 км, площа водозабору – 455 км<sup>2</sup>, ухил річки – 1,5 м/км, загальне падіння – 58 м. Площа лісів на території басейну складає 12 км<sup>2</sup>, а боліт –3,7 км<sup>2</sup>.

Таблиця 1

**Гідроенергопотенціал Вінниччини**

№ п/п	Річка	Пост	Довжина річки, км	Площа водозабору, км <sup>2</sup>		Падіння, м		середньорічна витрата води, м <sup>3</sup> /с	Середньорічна потужність водотоку, кВт	Середньорічний виробіток енергії, 10 <sup>6</sup> кВт*г
				річки	до посту	річки	до посту			
<b>Басейн Південного Бугу</b>										
1	Десна	с.Сосонка	81	1402	1300	57	51	3,27	1620	14,2
2	Дохна	с.В.Кирозька	74	1280	1200	136	136	1,92	2560	22,4
3	Згар	смт.Літин	93	1165	692	85	56	2,11	1160	10,1
4	Красівка	с.Рогізна	29	415	414	55	55	0,91	0490	4,32
5	Постолова	с.Комунарівка	38	455	356	58	42	0,88	0360	3,16
6	Рів	с.Демидівка	100	1162	1130	92	83	2,7	2300	19
7	Синьога	с.Пиків	58	906	811	49	41	2,06	0830	7,26
8	Сільниця	Білоусівська ГЕС	75	830	654	105	81	0,92	0730	6,42
9	Соб	Дмитренківська ГЕС	125	2840	2840	127	127	3,41	4250	37,2
10	Удич	с.Пологи	57	861	655	94	77	0,79	0590	5,21
<b>Басейн Дністра</b>										
11	Жван	с.Галайківці	48	570	521	207	156	1,01	1550	13,6
12	Карась	с.Кукурівка	55	212	143	224	190	0,27	0500	4,41
13	Лядова	с.Мар'янівка	85	748	364	243	69	0,85	0570	5,03
14	Марсонка	м.Вел.Кісниця	59	899	891	181	170	1,2	2010	17,6
15	Мурафа	Слободо-Бушівська ГЕС	162	2440	2379	311	290	3,74	10600	93,1
16	Немів	с.Отаринці	65	411	352	264	177	0,71	1240	10,9
17	Русав	смт Русав	78	991	951	233	191	1,51	2830	24,8

Долина річки переважно трапецієподібна, заплава заболочена, особливо в нижній частині, її ширина змінюється від 50 до 150 м. Річище має ширину 5-8 м і глибину 0,5-1 м під час межі. На річці споруджено декілька ставків.

Стратегічні плани розвитку малої гідроенергетики в Україні, представлені в «Енергетичній стратегії України до 2030 року» (з наміром збільшити сумарну встановлену потужність малих ГЕС з 72 до 1140 МВт), передбачають регулювання практично всіх малих річок Західної та Центральної України. У зв'язку з великою кількістю запланованих малих гідроелектростанцій необхідно ретельно оцінити всі можливі негативні наслідки та доцільність їх впровадження для національного господарства в контексті стратегії сталого розвитку.

Тому при плануванні будівництва малих ГЕС важливо виконувати комплексні заходи, включаючи:

1. Дослідження еколого-економічних факторів, на які вплине спорудження гідроелектростанцій дериваційного та греблевого типу на малих річках.

2. Розробку методичного підходу для оцінки ефективності функціонування малих ГЕС [6].

Розміщення ГЕС безпосередньо залежить від природних умов, таких як характер і режим річки. У рівнинних річках використовують установки з меншим напором, але з набагато більшою витратою води. Гідробудівництво на рівнинах є складнішим через м'яку геологічну основу, на якій зводиться гребля, а також через необхідність створення великих водосховищ для регулювання витрат стоку. Будівництво ГЕС на рівнинах може спричинити затоплення прилеглих територій, що веде до значних екологічних та матеріальних збитків [4].

Виробництво 1 кВт\*год електроенергії на малих ГЕС є в 31 раз більш екологічно чистим у порівнянні з 1 кВт\*год електроенергії, отриманою на теплових електростанціях.

Незважаючи на екологічні та комерційні переваги малої гідроенергетики, в Україні існують значні негативні наслідки від її впровадження, що викликає питання щодо доцільності розвитку цього напрямку в енергетиці.

На рисунку 1 представлені можливі негативні наслідки будівництва малих ГЕС на річках України [5].

У контексті стратегії енергетичної незалежності України, розвиток малої гідроенергетики представляється важливим елементом для забезпечення стабільного та екологічно чистого джерела електроенергії. Потенціал річки Постолова для впровадження малих ГЕС є значним, особливо в регіонах з розвинутою водною мережею у Вінницькій області. Розширення використання гідроенергетики може внести суттєвий вклад у диверсифікацію енергетичних ресурсів і зменшення залежності від викопних джерел енергії.

Проте, важливо враховувати й можливі негативні наслідки, які можуть виникнути внаслідок будівництва малих ГЕС. Необхідно провести ретельний аналіз еколого-економічних факторів і розробити методичний підхід до оцінки ефективності таких проектів, щоб мінімізувати потенційний негативний вплив

на навколишнє середовище. Врахування цих аспектів дозволить забезпечити збалансований підхід до розвитку малої гідроенергетики, який буде відповідати принципам сталого розвитку та екологічної відповідальності [5-6].



Рис. 1. Можливі негативні наслідки будівництва малих ГЕС на річках України

**Висновки.** В Україні мала гідроенергетика розвивається дуже вільно. Частка цієї енергетики в загальному енергетичному балансі складає лише 6,05% від прогнозованого рівня, що пов'язано з недоліками в законодавстві та нормативних документах. Виявилось, що створення локальних електричних мереж для об'єднання МГЕС у віддалених сільських та гірських районах є економічно вигіднішим, ніж підключення до централізованої електромережі. Крім того, найбільшого економічного та екологічного ефекту можна досягти, будуючи МГЕС на водопровідних ланках поруч із промисловими об'єктами.

### Список використаної літератури

1. Калетнік Г.М., Пиндик М.В. Поняття альтернативних джерел енергії та їх місце в реалізації політики енергоефективності України. *Всеукраїнський науково-виробничий журнал «Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики»*. 2016. С. 1-3. doi:<http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/13070.pdf>.
2. Обухов Є.В., ГутЮ.Ю. Гідроенергопотенціал малих річок Вінниччини. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. №15. doi:[http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/1297/1/uhmj\\_15\\_2014\\_170.pdf](http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/1297/1/uhmj_15_2014_170.pdf)
3. Національний атлас України. URL:<http://wdc.org.ua/atlas/4090100.html> (дата звернення 14.09.2024р.)
4. Бабань В.П. Будівництво водосховищ і ставів рибогосподарського призначення басейну Південного Бугу Вінницької області: історичні аспекти. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 3. doi:[file:///Users/admin/Downloads/Zp\\_2014\\_3\\_8.pdf](file:///Users/admin/Downloads/Zp_2014_3_8.pdf)

5. Мала гідроенергетика України. Технологічні особливості малих ГЕС. Том II. <https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES2.pdf>.

6. Енергетична стратегія втратила чинність на підставі Розпорядження КМ № 605-р від 18.08.2017 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13#Text> (дата звернення 14.09.2024р.)

**Антоній ГОЛОСКЕВИЧ-ВАСИЛЕЦЬ<sup>52</sup>,**  
студент 3 курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### **ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ДОБРИВ НА ҐРУНТОВУ МІКРОФЛОРУ**

***Анотація.** У статті розглядається вплив довготривалого застосування хімічних добрив, зокрема азотних, фосфорних та калійних (NPK), на склад і функціонування ґрунтової мікрофлори. Хімічні добрива є основними елементами сучасних сільськогосподарських практик, однак їхнє систематичне використання може призвести до змін у біологічній структурі ґрунту, що впливає на його родючість і екологічну стійкість. У дослідженні проаналізовані зміни в кількісному та якісному складі ґрунтових мікроорганізмів, таких як бактерії, гриби та археї, під впливом різних концентрацій хімічних добрив. Особлива увага приділяється азотним добривам, які значною мірою впливають на цикли азоту в ґрунті, а також на зміну метаболічної активності мікроорганізмів, що беруть участь у процесах нітрифікації та денітрифікації. Також у статті розглянуто вплив фосфорних і калійних добрив на симбіотичні взаємовідносини між рослинами та мікрофлорою, включаючи мікоризні гриби, які відіграють важливу роль у засвоєнні поживних речовин. Окремо обговорюється питання зменшення різноманіття мікрофлори під впливом надмірного застосування хімічних добрив, що може призвести до деградації ґрунтової структури та зниження її природної здатності до самоочищення. Метою цього дослідження є глибоке розуміння механізмів, через які хімічні добрива впливають на ґрунтовий мікробіом, а також розробка рекомендацій щодо оптимізації сільськогосподарських практик для збереження ґрунтової екосистеми. У результаті виявлено, що тривале застосування високих доз добрив сприяє збільшенню кількості патогенних мікроорганізмів, одночасно пригнічуючи корисну мікрофлору, що може призвести до виникнення негативних екологічних наслідків. У статті пропонується інтегровані підходи до використання хімічних добрив для збереження балансу ґрунтової мікрофлори, з*

---

<sup>52</sup>Науковий керівник: Аралова Т.С., кандидат с.-г. н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

урахуванням довготривалих екологічних ефектів та підвищення стійкості агроecosистем.

**Ключові слова:** хімічні добрива, ґрунтова мікрофлора, нітрифікація, денітрифікація, мікоризні гриби; екологічна стійкість, деградація ґрунту, агроecosистеми; резистентність мікроорганізмів.

**Annotation.** *The article examines the long-term effects of chemical fertilizers, particularly nitrogen, phosphorus, and potassium (NPK), on the composition and functioning of soil microflora. Chemical fertilizers are key components of modern agricultural practices, but their systematic use can lead to changes in the biological structure of soil, impacting its fertility and ecological sustainability. The study analyzes changes in the quantitative and qualitative composition of soil microorganisms, such as bacteria, fungi, and archaea, under the influence of different concentrations of chemical fertilizers. Special attention is given to nitrogen fertilizers, which significantly affect nitrogen cycles in the soil and alter the metabolic activity of microorganisms involved in nitrification and denitrification processes. The article also explores the impact of phosphorus and potassium fertilizers on the symbiotic relationships between plants and microflora, including mycorrhizal fungi, which play a crucial role in nutrient uptake. The issue of reduced microbial diversity due to the overuse of chemical fertilizers is discussed, as this can lead to the degradation of soil structure and a decline in its natural self-purification capacity. The aim of the study is to gain a deep understanding of the mechanisms by which chemical fertilizers influence the soil microbiome, as well as to develop recommendations for optimizing agricultural practices to preserve soil ecosystems. The findings indicate that long-term application of high doses of fertilizers contributes to an increase in the number of pathogenic microorganisms while suppressing beneficial microflora, potentially resulting in negative ecological consequences. The article suggests integrated approaches to the use of chemical fertilizers to maintain the balance of soil microflora, taking into account long-term ecological effects and improving the resilience of agro-ecosystems.*

**Key words:** *chemical fertilizers; soil microflora, soil biodiversity; nitrification, denitrification; mycorrhizal fungi; environmental sustainability; soil degradation; agroecosystems; resistance of microorganisms.*

**Вступ.** Застосування хімічних добрив є невід'ємною складовою сучасних сільськогосподарських технологій, які спрямовані на підвищення врожайності та забезпечення продовольчої безпеки. Серед основних типів хімічних добрив найбільш широко використовуються азотні, фосфорні та калійні добрива (NPK), що безпосередньо впливають на ріст і розвиток рослин. Однак, хоча застосування цих речовин сприяє значному збільшенню продуктивності сільськогосподарських культур, їх довготривале використання може призвести до небажаних екологічних наслідків, особливо для ґрунтової екосистеми. Ґрунт є складною живою системою, в якій мікроорганізми виконують важливі функції, такі як трансформація органічної речовини, мінералізація поживних

речовин, підтримання структури ґрунту та взаємодія з кореневою системою рослин. Важливою складовою ґрунтової екосистеми є мікрофлора, яка відіграє ключову роль у забезпеченні родючості ґрунтів та стійкості агроекосистем. Хімічні добрива, втручаючись у природні процеси ґрунтового метаболізму, можуть змінювати склад і активність мікробіоти, що призводить до змін у функціонуванні ґрунтової екосистеми загалом.

Дослідження впливу азотних, фосфорних і калійних добрив на ґрунтову мікрофлору має важливе значення для розуміння довготривалих наслідків інтенсивного землеробства.

Метою цієї статті є вивчення механізмів впливу хімічних добрив на мікробіологічну активність ґрунту, зокрема на біогеохімічні цикли азоту, фосфору та інших елементів, а також оцінити можливі екологічні ризики та шляхи оптимізації сільськогосподарських практик для мінімізації негативних впливів на ґрунтову мікрофлору.

**Виклад основного матеріалу.** Застосування хімічних добрив, таких як азотні, фосфорні та калійні (NPK), є центральним аспектом сучасного інтенсивного сільського господарства. Вони забезпечують рослини необхідними макроелементами, сприяють їх росту та підвищенню врожайності. Однак тривале й інтенсивне використання цих речовин призводить до значних змін у складі та функціонуванні ґрунтової мікрофлори, що викликає стурбованість щодо екологічної стійкості ґрунтових екосистем і їхньої здатності до саморегуляції.

#### *Вплив азотних добрив на ґрунтову мікрофлору*

Азотні добрива, які використовуються для стимулювання вегетативного росту рослин, мають значний вплив на ґрунтові біогеохімічні цикли.

Основна роль азоту полягає у підтриманні метаболічних процесів рослин та синтезі білків, однак його надмірне внесення може порушити азотний цикл у ґрунті.

Один із ключових ефектів надмірного застосування азотних добрив полягає в активізації процесів нітрифікації та денітрифікації. Ці процеси виконуються певними групами бактерій (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*), які окислюють амоній до нітратів і нітритів. Надмірне накопичення нітратів може призводити до їхнього вимивання у підземні води, що спричиняє забруднення водних джерел і розвиток гіпоксичних зон у водних екосистемах. Окрім того, азотні добрива можуть стимулювати розвиток патогенних мікроорганізмів у ґрунті, оскільки надлишок азоту сприяє їхньому активному розмноженню.

Наприклад, бактерії роду *Pseudomonas* та *Ralstonia* можуть активніше колонізувати ґрунт, зменшуючи при цьому чисельність корисної мікрофлори, включаючи азотфіксуючі бактерії, такі як *Rhizobium* та *Azotobacter*. Це може призвести до зниження природної здатності ґрунту до фіксації азоту і, відповідно, до зниження його родючості в довгостроковій перспективі (рис. 1) [1].



*Рис. 1. Види азотних добрив [2]*

### *Вплив фосфорних і калійних добрив на симбіотичні взаємозв'язки*

Фосфор є критично важливим елементом для енергетичних процесів у рослинах, зокрема в процесах фотосинтезу та клітинного дихання. Однак надлишок фосфору в ґрунті також може мати негативні наслідки для ґрунтової мікрофлори. Дослідження показують, що тривале застосування фосфорних добрив призводить до змін у симбіотичних відносинах між рослинами та мікоризними грибами. Мікориза відіграє важливу роль у засвоєнні поживних речовин, зокрема фосфору, з ґрунту. Однак надмірне внесення фосфорних добрив знижує потребу рослин у мікоризі, що призводить до скорочення популяцій мікоризних грибів і, відповідно, до погіршення загальної екосистемної стабільності ґрунту. Калійні добрива, які забезпечують рослини калієм для підтримання водного балансу та стимуляції росту, також можуть впливати на ґрунтову мікрофлору. Вони знижують рН ґрунту, що може сприяти розвитку кислотофільних мікроорганізмів, водночас пригнічуючи ті мікробіоти, які краще функціонують в нейтральному або слабколужному середовищі. Це, своєю чергою, може порушити природний баланс ґрунтової екосистеми (рис. 2) [3].



*Рис. 2. Фосфорно-калійні добрива [3].*

### *Зменшення біорізноманіття мікрофлори під впливом добрив*

Інтенсивне використання хімічних добрив, особливо у високих концентраціях, призводить до зменшення біорізноманіття ґрунтової мікрофлори. Зниження різноманіття мікроорганізмів сприяє домінуванню

обмеженої кількості видів, які адаптувалися до нових умов середовища, багатого на поживні речовини. Така тенденція може негативно вплинути на ґрунтові функції, зокрема на процеси розкладання органічної речовини, циклізацію поживних елементів та підтримання структури ґрунту. Одним із найбільш небезпечних наслідків зниження біорізноманіття є поява стійких до стресових умов ґрунтових патогенів, що може зменшити загальну стійкість агроєкосистем до захворювань та негативних змін клімату. Наприклад, патогенні гриби роду *Fusarium*, які зазвичай пригнічуються різноманітною мікрофлорою, можуть стати домінантними за умов інтенсивного застосування добрив, що призводить до поширення коренових гнилей у сільськогосподарських культур [4].

#### *Довготривалі екологічні наслідки та стійкість агроєкосистем*

Зміни в складі та функціонуванні ґрунтової мікрофлори внаслідок застосування хімічних добрив мають далекосяжні екологічні наслідки. По-перше, це впливає на екологічну стійкість агроєкосистем, зменшуючи здатність ґрунтів до відновлення після інтенсивного землеробства. По-друге, порушення біогеохімічних циклів поживних речовин, таких як азот і фосфор, спричиняє деградацію ґрунтів, їхнє ущільнення та ерозію, що з часом може призвести до зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. Тривале застосування високих доз хімічних добрив також призводить до накопичення у ґрунтах важких металів, які можуть бути компонентами добрив, що негативно впливає на ґрунтову мікрофлору та рослинність. Важкі метали мають токсичну дію на більшість ґрунтових організмів, що ще більше погіршує стан ґрунтових екосистем і знижує їхню біологічну активність.

#### *Оптимізація сільськогосподарських практик*

Важливим напрямом для зниження негативного впливу хімічних добрив є оптимізація сільськогосподарських практик. Одним із підходів є інтегроване управління поживними речовинами, яке передбачає поєднання хімічних і органічних добрив, що дозволяє зменшити хімічне навантаження на ґрунт і зберегти його природну мікробіоту. Використання органічних добрив, таких як компост і гній, може не тільки підвищити родючість ґрунту, але й відновити біорізноманіття мікроорганізмів. Іншим ефективним методом є ротація культур і сівозміни, що дозволяють ґрунту відновлюватися природним шляхом, а також сприяють підтриманню різноманіття ґрунтових мікроорганізмів. Такі заходи допомагають уникнути надмірного виснаження ґрунтів і знижують потребу у високих дозах хімічних добрив [5].

**Висновки.** Застосування хімічних добрив значно впливає на склад і функціонування ґрунтової мікрофлори, зокрема на процеси азотного та фосфорного циклів, симбіотичні взаємозв'язки між рослинами і мікроорганізмами, а також на загальний рівень біорізноманіття ґрунту. Тривале використання високих доз азотних, фосфорних і калійних добрив призводить до серйозних екологічних наслідків, таких як зменшення різноманіття ґрунтових мікроорганізмів, порушення їхньої природної взаємодії з рослинами, а також



можливе накопичення токсичних речовин у ґрунтах. Ці зміни порушують природну рівновагу ґрунтових екосистем, що не тільки погіршує продуктивність сільськогосподарських угідь у довгостроковій перспективі, але й підвищує вразливість ґрунтів до деградації та ерозії. Однією з найгостріших проблем є те, що систематичне застосування хімічних добрив змінює азотний цикл, активізуючи процеси нітрифікації та денітрифікації, що призводить до накопичення нітратів у підземних водах і зменшення ефективності природних процесів фіксації азоту. Це, в свою чергу, знижує здатність ґрунту до відновлення природних рівнів азоту, викликаючи потребу в подальшому збільшенні кількості добрив, що сприяє циклічному виснаженню ґрунту. Також слід відзначити негативний вплив на симбіотичні мікроорганізми, зокрема мікоризні гриби, які відіграють важливу роль у засвоєнні поживних речовин рослинами. Надмірне застосування фосфорних і калійних добрив значно зменшує залежність рослин від цих взаємозв'язків, що негативно впливає на структуру та здоров'я ґрунтової екосистеми. Втрата симбіотичних відносин у ґрунті може призвести до зниження його родючості, оскільки процеси природного обміну поживними речовинами порушуються. Зменшення біорізноманіття ґрунтової мікрофлори є ще однією серйозною загрозою для агроекосистем. Зміна балансу між корисними та патогенними мікроорганізмами може призвести до активного розмноження шкідливих бактерій та грибів, які негативно впливають на рослини і можуть спричиняти розвиток різних захворювань. Зростання популяції патогенів, таких як *Fusarium* або *Pythium*, може мати катастрофічні наслідки для сільськогосподарських культур, викликаючи втрату врожаю та погіршення його якості. Щоб уникнути таких негативних наслідків, необхідно впроваджувати інтегровані системи управління поживними речовинами, які поєднують хімічні та органічні добрива, використовуючи сівозміни та ротацію культур для збереження родючості ґрунтів. Органічні добрива можуть допомогти відновити баланс ґрунтової мікрофлори, покращити структуру ґрунту та зменшити залежність від хімічних препаратів. Зменшення доз хімічних добрив та використання альтернативних методів підтримання родючості є ключовими кроками для досягнення екологічної стійкості сільськогосподарського виробництва. Загалом, довготривалі екологічні наслідки інтенсивного використання хімічних добрив вимагають ретельного вивчення та розробки екологічно безпечних стратегій управління агроекосистемами. Тільки шляхом оптимізації сільськогосподарських практик можна забезпечити збереження здоров'я ґрунтів, їхньої продуктивності та стійкості до екологічних викликів у майбутньому. Ефективне використання ресурсів і зменшення негативного впливу на ґрунтову мікрофлору мають стати пріоритетами для агрохімії в контексті сталого розвитку сільського господарства[6].

### **Список використаної літератури**

1. Geisseler, D., & Scow, K.M. «Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review». *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. С 54–63.

2. Види азотних добрив. URL: <https://pni.com.ua/види-азотних-добрив/> (Дата звернення 09.09.2024 р.)

3. Фосфорно-калійні добрива: особливості та використання. URL: <https://plants-club.ua/fosforno-kalijni-dobryva-osobluvisti-ta-vykorystannia> (Дата звернення 09.09.2024 р.)

4. Dincă, L. C., Grenni, P., Onet, C., & Onet, A. «Fertilization and Soil Microbial Community: A Review». Applied Sciences. 2022. 1198 с.

5. Bender, S. F., Wagg, C., & van der Heijden, M. G. A. "An underground revolution: Biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability." Trends in Ecology & Evolution. 2016. С 440–452.

6. Islam, M.R., Trivedi, P., Palaniappan, P., & Reddy, M.S. «Evaluating the effect of fertilizer application on soil microbial community structure in rice-based cropping system using fatty acid methyl esters (FAME) analysis». World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2009. С 1115–1117.

**Заріна ПЕРВАЧУК<sup>53</sup>,**  
студентка 2-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ Агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЕКОЛОГІЯ ПОПУЛЯЦІЙ ПІД ЧАС ВІЙНИ**

***Анотація:** Ця стаття присвячена екології популяцій різних груп тварин та рослин, з особливим акцентом на їх міграцію через воєнний конфлікт на території України. Війна є основною причиною негативного впливу, оскільки через неї країна втратила значну частину природнього ареалу проживання більшості видів тваринного і рослинного світу. Також, через бойові дії підприємства повністю або майже припинили проведення досліджень комплексу програм по охороні навколишнього середовища та екології популяцій на даних територіях, що стало однією з причин до міграції певних видів флори і фауни. З'ясовано, що зараз ми зіткнулися з безліччю проблем та викликів – це й відновлення зруйнованої інфраструктури, економіки, екології, ареалу проживання біоти та ґрунтового покриву. При системно-державному підході, цифрові технології будуть значно спрощувати розвиток та відновлення комплексу програм по охороні навколишнього середовища. В даній статті детально представлена та описана ситуація яка відбувається в країні та міграційні процеси представників флори та фауни через дані чинники.*

---

<sup>53</sup>Науковий керівник: Оксана Врадій канд. с.-г. н., доцент кафедри екології та ОНС ВНАУ

**Annotation:** *This article focuses on the ecology of populations of different groups of animals and plants, with a particular emphasis on their migration due to the military conflict in Ukraine. The war is the main reason for the negative impact, as the country has lost a significant part of the natural habitat of most species of flora and fauna. Also, due to the hostilities, enterprises have completely or almost stopped conducting research on a set of programs to protect the environment and ecology of populations in these areas, which has become one of the reasons for the migration of certain species of flora and fauna. It has been found that we are now facing many problems and challenges, including the restoration of destroyed infrastructure, economy, ecology, biota habitats, and soil cover. With a systemic state approach, digital technologies will greatly simplify the development and restoration of a range of environmental protection programs. This article presents and describes in detail the situation in the country and the migration processes of flora and fauna due to these factors.*

**Вступ.** Різноманітні дослідження показали, що війна – це не лише конфлікт між людьми, але й катастрофа для природнього середовища. Військові дії завдають руйнівного впливу на всі компоненти екосистем, включаючи популяції рослин і тварин. Глибоке усвідомлення даних процесів є необхідним для об'єктивної оцінки масштабів екологічних катастроф та розробки комплексних заходів, що спрямовані на відновлення природних багатств і збереження біорізноманіття.

На жаль, війна не лише руйнує природне середовище, але й призводить до переміщення рослин та тварин, що має додаткові екологічні наслідки. Для прикладу візьмемо їжака довгоухого (*Hemiechinus auritus*), важливий представник фауни України, який мешкає переважно в степових та напівпустельних зонах. Військові дії на території України становлять серйозну загрозу для виживання цього виду (мінування територій; зменшення популяції комах та інших дрібних тварин, які є основним джерелом харчування; вибухи, пожежі, викиди токсичних речовин у повітря, воду та ґрунту, руйнування лісів, степів та інших природних середовищ які є ареалом проживання). Ще один представник, вже флори – шафран сітчастий (*Crocus reticulatus*) – є багаторічною рослиною родини губоцвітих, який в свою чергу занесений до Червоної книги України. Основними факторами, що спричиняють зникнення даних видів, є шкідливі викиди, які містили у собі отруйні для живих організмів речовини, в ракетному паливі, що призводить до потрапляння, у ґрунт, воду та повітря від збитих небезпечних об'єктів, пожежі, що спричинені в результаті артилерійських обстрілів та навмисного підпалу [1, 3].

**Виклад основного матеріалу.** Демекологія, або екологія популяцій (популяційна екологія) є відгалуженням загальної екології, що вивчає та досліджує динаміку популяцій, внутрішньо-популяційні угруповання та їхні взаємовідносини.

Міграція – це нерегулярні переміщення живих організмів (туди-назад) на великі відстані. Вона може бути сезонною або спричиненою зміною в умовах

навколишнього середовища. Основними причинами міграції епошук їжі, води та місць для розмноження, а також уникнення несприятливих умов.

Вплив війни на біоту та природу в цілому неможливо переоцінити [1]. Наведемо декілька прикладів: під час Першої світової війни відбулася масштабна вирубка лісів, забруднення ґрунтів через використання хімічної зброї та численні розкопані траншеї, котрі змінили ландшафт європейських територій. Під час війни у В'єтнамі, американські війська розпилювали хімічні речовини, які знищували рослинність джунглів, задля полегшення пересування та виявлення підрозділів партизанів, що призвело до майже повного відмирання рослинного покриву, природного середовища.

Початок збройної агресії в Україні, призвів до того, що близько 25% природно-заповідних територій опинилися під окупацією та зазнали сильного пошкодження. Приблизно 900 природоохоронних об'єктів, в тому числі 14 водно-болотних угідь міжнародного значення. Деякі з них є частиною Смарагдової мережі – мережа представлена, з територій, що становлять особливий природоохоронний інтерес. Відповідно до Бернської конвенції метою якої є довгострокове забезпечення виживання видів та збереження їхніх середовищ проживання. Бернська конвенція передбачає конкретні заходи захисту, ефективність яких досягається шляхом систематичного моніторингу. На жаль, через відсутність достатнього фінансування та людських ресурсів в даній ситуації, ускладнюється ефективність виконання Бернської конвенції. Незважаючи на несприятливі умови, частина окупованої території звільнили, але східна і південна частини України залишаються досі під окупацією, і тому багато видів флори та фауни мігрують в більш безпечні зони.

Вплив війни на довкілля необхідно розглядати комплексно. Негативний вплив зазнає не тільки біорізноманіття, тобто не тільки все живе, але й стан абіоти, неживі компоненти природи (ґрунт, повітря, вода). Це означає, що якщо постраждає ґрунт, то постраждають і організми, що живуть у ньому, від найдрібніших мікроорганізмів та ґрунтових водоростей до ссавців (кроти, сліпаки, слимаки тощо). Масштаб негативних наслідків війни вдасться досягнути лише після її завершення. Наразі неможливо провести комплексне дослідження стану довкілля через заборону відвідувати певні території де ведуться активні бойові дії тощо [1]. Однак розуміння масштабу та впливу екологічних загроз є вирішальним для розробки ефективних стратегій відновлення. Дані досліджень можна класифікувати за проблемами, перспективи та методи, і значення, які свою чергу можна поділити на підгрупи.

Класифікація даних:

- Проблеми проведення досліджень:

1. **Безпека:** ризики для життя дослідників через міни, боєприпаси що не вибухнули, та інші небезпека [2].

2. **Логістика:** складність з доступом до віддалених та пошкоджених територій, відсутність інфраструктури.

3. Фінансування: обмеженість ресурсів для проведення масштабних досліджень.

4. Технічні обмеження: труднощі у застосуванні традиційних методів дослідження у воєнний час.

- Перспективи та методи дослідження:

1. Супутникові знімки: використання високого та середнього розрізнення для моніторингу змін ландшафту, рослинності та водного середовища [3].

2. **Моделювання:** розробка математичних моделей для прогнозування поширення забруднень.

- Значення досліджень:

1. Розробка стратегії відновлення: визначення пріоритетних напрямків та заходів для відновлення пошкоджених екосистем.

2. Оцінка ризику для здоров'я населення: визначення зон з високим рівнем забруднення та розробка рекомендацій щодо безпеки [1].

3. Обґрунтування міжнародної допомоги: представлення об'єктивної інформації про масштаби екологічної небезпеки та залучення міжнародної підтримки.

Основні фактори забруднення навколишнього середовища під час бойових дій:

- Вибухонебезпечні уламки: використання вибухових речовин призводить до утворення великої кількості уламків, які забруднюють ґрунти та водні ресурси.

- Метали: уламки зброї, техніки та будівель містять різноманітні метали (свинець, уран, тощо), які потрапляють у ґрунт та воду, забруднюючи їх.

- **Патогенні мікроорганізми:** порушення санітарних норм під час бойових дій може призвести до спалахів інфекційних захворювань.

- Пожежі: лісові пожежі, які часто виникають під час військових дій, знищують рослинність, забруднюють повітря димом і сажею [1].

- Ерозія ґрунтів: руйнування рослинного та порушення ґрунтового покривів сприяють посиленню ерозії [2].

- Зміна гідрологічного режиму: будівництво траншей, доріг та інших інженерних споруд змінює природні потоки води.

Дані фактори приводять до таких наслідків:

- Загибель рослин і тварин: забруднення ґрунтів, води і повітря призводить до загибелі рослин і тварин та зниження біорізноманіття.

- Порушення екосистем: забруднення змінює природні екосистеми та знижує стійкість до зовнішніх впливів.

**Висновки.** Таким чином, військові дії, руйнування інфраструктури та забруднення навколишнього середовища створюють екстремальні умови для існування рослин і тварин. Різні види по-різному реагують на ці зміни. Рослини, котрі втрачають своє середовище існування, стикаються з проблеми нестачі світла, води та поживних речовин. Тварини, з іншого боку відчувають стрес, недостатню кількість їжі та зазнають поранення. Незважаючи на жахливі умови війни, природа демонструє дивовижну стійкість. Потрапивши в екстремальні умови, різні види рослин та тварин, шукають шляхи до

виживання. Одні мігрують у пошуках безпечніших територій, інші пристосовуються до нових умов, змінюючи свої звички та поведінку. Відновлення природи після війни – це спільна відповідальність науковців, екологів, урядовців та кожного з нас. Лише об'єднавши зусилля, ми можемо відновити пошкоджені екосистеми і залишити багату природу для майбутніх поколінь.

### Список використаної літератури

1. Мелький Л.Г. Екологічна економіка: підручник, 2023. 346с.
2. Перелік тварин і рослин, які охороняються законодавством України. 2010 – 2024. URL: <https://redbook-ua.org/> (дата звернення 11.09.2024).
3. Кучерявий В.П. Загальна екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів, Львів 2010. 520с.
4. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куц М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довкілля війни росії проти України: електронне науково-популярне видання, 2023. 84с.
5. Бардів В. Гігієна та екологія: підручник, 2020. 472с.

**Христина ПЕТЛІНСЬКА<sup>54</sup>,**  
студентка 3-го курсу,  
факультетекології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В САДОВО-ПАРКОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ

***Анотація.** У статті наведено можливості використання штучного інтелекту в садово-парковому господарстві для оптимізації управління зеленими насадженнями. Деталізуються сучасні технології, такі як системи машинного навчання для моніторингу стану рослин, автоматизовані системи поливу, прогнозування шкідників та хвороб, а також алгоритми для планування ландшафтного дизайну. Особлива увага приділяється аналізу економічних та екологічних переваг застосування ШІ, що сприяє підвищенню ефективності роботи, зменшенню витрат ресурсів та забезпеченню сталого розвитку садово-паркових зон.*

***Ключові слова:** штучний інтелект, оптимізація управління, моніторинг рослин, автоматизований полив, прогнозування шкідників, машинне навчання, ландшафтний дизайн, екологічна стійкість.*

***Abstract.** The article explores the possibilities of using artificial intelligence in horticulture to optimize the management of green spaces. State-of-the-art*

---

<sup>54</sup> Науковий керівник: Панцирева Г. В., канд. с.-г.н., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ

*technologies such as machine learning systems for plant health monitoring, automated irrigation systems, pest and disease prediction, and algorithms for planning landscape design are covered. Special attention is paid to the analysis of the economic and environmental benefits of using AI, which contributes to increasing the efficiency of work, reducing the consumption of resources and ensuring the sustainable development of garden and park areas.*

**Key words:** *artificial intelligence, management optimization, plant monitoring, automated watering, pest forecasting, machine learning, landscape design, environmental sustainability.*

**Вступ.** Штучний інтелект (ШІ) стрімко входить у всі сфери нашого життя, і садово-паркове господарство не є винятком. Зростання урбанізації та необхідність ефективного управління зеленими зонами підштовхують до пошуку нових рішень, які допомагають зберегти довкілля та підвищити якість життя мешканців міст. Використання ШІ відкриває нові можливості для автоматизації процесів, оптимізації догляду за рослинами та зменшення впливу людського фактору [1].

Системи машинного навчання та аналізу даних здатні в реальному часі оцінювати стан рослин, прогнозувати можливі загрози, такі як шкідники або хвороби, та допомагати у прийнятті рішень, спрямованих на збереження і розвиток зелених насаджень.

**Виклад основного матеріалу.** Штучний інтелект (ШІ) – це галузь комп'ютерних наук, яка займається створенням систем і програм, здатних виконувати завдання, що зазвичай потребують людського інтелекту. До таких завдань належать розпізнавання мови, аналіз зображень, прийняття рішень, навчання на основі досвіду, прогнозування та навіть розуміння природної мови. ШІ використовує алгоритми машинного навчання, нейронні мережі, обробку великих даних та інші технології, щоб аналізувати інформацію, робити висновки та приймати рішення, часто значно швидше та ефективніше, ніж людина [2].

Моніторинг стану рослин і прогнозування захворювань за допомогою штучного інтелекту відкриває нові можливості для ефективного управління. Технологія дозволяє виявити проблеми з рослинами на ранніх стадіях, що значно підвищує шанси на успішне лікування та мінімізацію збитків. Використання комп'ютерного зору, машинного навчання та аналізу великих даних дозволяє не тільки ідентифікувати хвороби, а й прогнозувати їх можливе поширення, що важливо для великих парків і садів, де ручне керування кожною рослиною вкрай складно. У парках на дронах розміщують системи штучного інтелекту з камерами високої роздільної здатності. Камери фіксують стан рослин. Проаналізовані зображення надсилаються в центральний обчислювальний центр. Зміни кольору листя, форми листя, текстури стовбура та інших частин рослини можуть бути виявлені програмою штучного інтелекту [3].

Наприклад, однією з поширених проблем у садово-парковому господарстві є поява грибкових інфекцій, які часто залишаються непомітними

на ранніх стадіях для людського ока, але можуть бути виявлені Штучний інтелект завдяки аналізу дрібних змін кольору або текстури листя. Якщо система розпізнає такі зміни, вона може одразу сигналізувати про необхідність вжити заходів, таких як обробка спеціальними засобами або зміна умов догляду за рослинами. Це дозволяє запобігти масштабному поширенню інфекції, що могло б призвести до значних втрат серед рослинного покриву. Крім виявлення хвороб, штучний інтелект також допомагає прогнозувати можливі спалахи захворювань, аналізуючи дані про погодні умови, вологість, температурні коливання та інші фактори, що впливають на розвиток патогенів. Система може визначити підвищений ризик появи певних грибкових інфекцій після періоду тривалих дощів і рекомендовано вчасно вжити профілактичних заходів, таких як обробка рослин фунгіцидами.

Правильний полив і догляд за рослинами є однією з найважливіших складових сучасного управління зеленими насадженнями, адже від правильного поливу і догляду залежить стан рослин, їх стійкість до хвороб і загальний вигляд ландшафтів. Використання штучного інтелекту дозволить підвищити ефективність цих процесів, покращити використання водних ресурсів, зменшити витрати на утримання парків і скверів. Системи штучного інтелекту аналізують величезну кількість даних у режимі реального часу, включаючи погодні умови, рівень вологості ґрунту, опади, температуру повітря та стан рослин. У садівництві найбільш точного моніторингу стану ґрунту можна досягти, розмістивши датчики вологості ґрунту в критичних точках зелених насаджень. Дані з цих датчиків передаються в центральну систему керування, яка аналізує їх разом із прогнозами погоди та даними про сонячне випромінювання. Це дозволить вам визначити, коли рослини потрібно поливати і скільки води їм потрібно.

У великих міських парках, де важливо підтримувати належний стан газонів, клумб і дерев, системи штучного інтелекту можна налаштувати так, щоб регулювати полив залежно від потреб конкретної території [2, 4]. Якщо датчики виявляють достатню вологість після дощу, система не використовує воду. У спекотні дні та за відсутності дощу інтелектуальна система може збільшити тривалість або частоту поливу, що допомагає підтримувати рослини в здоровому стані. За допомогою цих систем можна запобігти хворобам рослин через надмірний або недостатній полив. Занадто рясний полив може призвести до загнивання коренів, а недостатній полив може призвести до зниження імунітету рослини. Знайти баланс можна, адаптувавши полив до поточних умов (рис. 1).

Прикладом практичного використання таких технологій є сади і парки в містах Європи, де автоматизовані системи поливу не тільки забезпечують догляд за рослинами, а й знижують споживання води на десятки відсотків, що є особливо важливим в умовах змін клімату і дефіциту водних ресурсів.

Енергозбереження та сталий розвиток у садово-парковому господарстві стають все більш актуальними завдяки використанню інтелектуальних систем управління, які дозволяють значно скоротити споживання енергії і мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Одним із ключових напрямів у



цьому процесі є впровадження розумних систем управління освітленням у парках і зелених зонах, що дозволяють ефективно використовувати енергоресурси, регулюючи яскравість освітлення залежно від реальних потреб.



*Рис 1. Автоматичний полив садово-паркового простору*

Сучасні системи освітлення, обладнані датчиками руху та освітленості, здатні автоматично коригувати свою роботу на основі аналізу оточуючих умов. Наприклад, у вечірній та нічний час освітлення у парках може бути автоматично знижене до мінімального рівня, необхідного для безпеки, а в разі появи людей чи руху тварин яскравість збільшується для забезпечення комфортного перебування[3]. Такий підхід дозволяє знижувати споживання електроенергії в моменти, коли повне освітлення не є необхідним, зберігаючи при цьому комфорт і безпеку для відвідувачів. Інтелектуальні системи управління освітленням використовують алгоритми машинного навчання, що допомагають визначити найбільш оптимальні режими роботи на основі аналізу даних про час доби, погодні умови, активність відвідувачів та інші фактори. Наприклад, у дощову чи туманну погоду освітлення може бути автоматично налаштоване на більш яскравий режим, щоб забезпечити видимість, тоді як у ясні ночі яскравість може бути знижена до мінімуму.

Використання таких технологій у великих міських парках, як, наприклад, у Амстердамі чи Мюнхені, дозволило скоротити споживання енергії на освітлення на 30-40%. Це досягається завдяки адаптивному підходу до освітлення, що враховує реальні потреби і мінімізує непотрібні витрати. Крім того, такі системи можуть працювати в інтеграції з іншими рішеннями, наприклад, зарядними станціями для електромобілів, сонячними панелями та акумуляторами, що забезпечує додаткову економію і зменшує вуглецевий слід.

Впровадження розумних систем освітлення не лише знижує витрати на електроенергію, але й подовжує термін служби обладнання завдяки раціональному використанню ресурсів [4]. Світлодіодні лампи з інтелектуальним управлінням працюють довше за звичайні лампи через зменшення часу роботи на повну потужність, що знижує частоту заміни та обслуговування освітлювальних приладів (рис. 2).



*Рис 2. Розумні системи освітлення*

Це також сприяє зменшенню світлового забруднення, яке є важливою екологічною проблемою для багатьох міст. За допомогою точного налаштування рівнів освітлення вдається знизити інтенсивність світла, що розсіюється в навколишнє середовище, тим самим покращуючи умови для місцевої флори і фауни, особливо для нічних тварин, чутливих до штучного освітлення. Управління зеленими зонами та планування з використанням штучного інтелекту суттєво змінює підхід до створення й підтримки садово-паркових ландшафтів. Штучний інтелект допомагає не лише забезпечити ефективний догляд за вже існуючими рослинами, але й оптимізує процеси планування нових насаджень, що значно покращує функціональність і естетику зелених зон. Однією з ключових переваг використання штучного інтелекту є здатність аналізувати велику кількість даних про умови середовища, такі як тип і якість ґрунту, рівень освітленості, вологість, середні температури та інші кліматичні показники. На основі цих даних ШІ може пропонувати найкращі місця для висадки певних видів рослин, що значно підвищує їхню приживаність і стійкість до зовнішніх факторів. Наприклад, система може визначити, що конкретний вид дерева найкраще розвиватиметься на ділянці з певним типом ґрунту і певним рівнем освітлення, що зменшує ризики неправильного вибору місця для посадки і подальших проблем з доглядом [5].

Крім цього, ШІ здатен аналізувати розташування існуючих насаджень і запропонувати оптимальні зміни для поліпшення естетичного вигляду парку або саду. Наприклад, алгоритми можуть допомогти створити більш гармонійні композиції дерев, кущів і квітів, враховуючи їхній розмір, форму, колір листя і цвітіння (рис. 3). Це особливо корисно при плануванні великих міських парків, де важливо не тільки створити привабливий ландшафт, але й забезпечити комфорт для відвідувачів, забезпечивши затінок у потрібних місцях, захист від вітру або забезпечення доступу до сонця. Він також допомагає у створенні функціональних зелених зон, таких як живі бар'єри від шуму або забруднення, що особливо актуально у містах. Наприклад, аналізуючи потоки вітру та розташування джерел шуму, система може запропонувати висадку густих живоплотів або груп дерев у певних місцях, щоб зменшити рівень шуму та покращити якість повітря.



*Рис 3. Планування саду за допомогою ШІ*

Управління зеленими зонами з його допомогою також враховує потреби відвідувачів. Наприклад, аналізуючи маршрути переміщення людей у парках, система може рекомендувати створення нових доріжок, зон відпочинку або озеленення, яке краще відповідатиме очікуванням і зручності відвідувачів. Це робить зелені зони не тільки привабливішими, але й більш функціональними та доступними для громадськості.

Роботизовані системи догляду за зеленими зонами, зокрема роботи-газонокосарки та інші автоматичні пристрої, стають невід'ємною частиною сучасного садово-паркового господарства. Вони значно спрощують догляд за газонами, кущами та іншими елементами парків і садів, знижуючи потребу в ручній праці та підвищуючи ефективність і якість обслуговування зелених зон. Роботи-газонокосарки, оснащені системами навігації та датчиками, можуть самостійно орієнтуватися на території, розпізнавати перешкоди і планувати оптимальні маршрути для стрижки трави. Вони працюють за заданим графіком, підтримуючи газони в ідеальному стані без потреби в постійному нагляді. Наприклад, роботи здатні автоматично визначати висоту трави і коригувати свою роботу залежно від погодних умов, що забезпечує рівномірний покіс і здоровий вигляд газону. Використання таких систем значно знижує витрати часу і зусиль, які традиційно витрачаються на стрижку газонів вручну.

Роботи також можуть бути обладнані системами збору сміття, що дозволяє їм виконувати комплексні завдання по догляду за парками та садами. Вони здатні автоматично виявляти дрібне сміття, таке як листя, гілки або пластикові відходи, і видаляти його з газонів. Це допомагає підтримувати чистоту зелених зон, забезпечуючи привабливий вигляд парків і підвищуючи комфорт для відвідувачів. Роботи для збору сміття використовуються, наприклад, у парках Токіо, де вони забезпечують чистоту територій навіть у періоди активного відвідування. Окремо варто згадати роботизовані системи для догляду за кущами та квітниками. Такі пристрої оснащені маніпуляторами та інструментами для стрижки, підрізання та формування рослин. Вони можуть точно визначати межі кущів, вирізати їх у потрібну форму, що дозволяє зберігати естетичний вигляд зелених насаджень. Завдяки використанню

датчиків та камер роботи можуть самостійно коригувати свої дії, запобігаючи пошкодженню рослин або знищенню квітів [6].

Інтелектуальні системи управління роботами дозволяють контролювати їхню роботу в реальному часі, аналізувати виконання завдань і вносити корективи через спеціальні додатки або хмарні платформи. Це забезпечує максимальну ефективність догляду та дозволяє операторам стежити за станом обладнання, планувати графіки обслуговування та адаптувати роботу роботів до змінних умов. Використання роботизованих систем догляду за зеленими зонами стає особливо актуальним у великих парках і садах, де підтримка газонів і рослинного покриву вимагає значних ресурсів. Роботи не тільки знижують витрати на ручну працю, але й забезпечують стабільно високий рівень обслуговування, що важливо для підтримання парків у належному стані. До того ж, вони працюють на електричних батареях, що робить їх екологічно безпечними і знижує вплив на навколишнє середовище.

Застосування таких технологій дозволяє оптимізувати догляд за парками, зменшити вплив людського фактору і забезпечити сталий розвиток садово-паркового господарства. Роботизовані системи – це не просто інструмент автоматизації, а ефективний підхід до підтримання чистоти, краси та здоров'я зелених зон.

**Висновки.** Використання штучного інтелекту в садово-парковому господарстві суттєво підвищує ефективність управління зеленими територіями. ШІ дозволяє покращити догляд за рослинами шляхом автоматизованого моніторингу їхнього здоров'я, виявлення хвороб і шкідників. Інтелектуальні системи зрошення та добрив оптимізують використання води і ресурсів, що забезпечує економію та підвищення продуктивності. Крім того, розумні алгоритми планування і управління допомагають у створенні і підтримці оптимальних умов для росту рослин, спрощуючи управління територіями та полегшуючи їх обслуговування. Таким чином, ШІ забезпечує значні переваги в управлінні садово-парковим господарством, підвищуючи ефективність і знижуючи витрати.

### Список використаної літератури

1. Honcharuk I., Matusyak M., Pansyreva H., Kupchuk I., Prokopchuk V., Telekalo N. Peculiarities of reproduction of pinus Nigra arn. in Ukraine. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2022. Vol. 15 (64), № 1. P. 33-42. DOI: <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2022.15.64.1.3>

2. Bakhmat M., Padalko T., Krachan T., Tkach O., Pansyreva H., Tkach L. Formation of the Yield of *Matricaria recutita* and Indicators of Food Value of *Sychorium intybus* by Technological Methods of Co-Cultivation in the Interrows of an Orchard. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol.24, № 8.P. 250-259. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/166553>

3. Нікітенко В., Олексенко Р., Кивлюк О. Формування цінностей цифрової освіти і цифрової людини у діджиталізованому суспільстві.

HumanitiesStudies. 2022. Вип. 10. С. 53–63. DOI: <https://doi.org/10.26661/hst-2022-10-87-06>

4. Погореленко А. Штучний інтелект: сутність, аналіз застосування, перспективи розвитку. *Економічні науки*. 2018. Вип. 32. С. 22–27.

5. Pansyreva H., Vovk V., Bronnicova L., Zabarna T. Efficiency of the Use of Lawn Grasses for Biology and Soil Conservation of Agricultural Systems under the Conditions of the Ukraine's Podillia. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24, № 11. P. 249-256. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/171649>

**Дар'я ПЛАКИДА<sup>55</sup>,**  
студентка 3-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ ДО І ПІСЛЯ ВТОРГНЕННЯ ОКУПАЦІЙНИХ ВІЙСЬК**

***Анотація.** Чорнобильська зона відчуження, відома своєю унікальною екосистемою після аварії 1986 року, зазнала значного впливу внаслідок вторгнення російських окупаційних військ у 2022 році. До вторгнення ця територія була прикладом природного відновлення в умовах радіаційного забруднення. Проте військові дії, присутність важкої техніки та порушення природних процесів призвели до підвищення рівня радіаційного пилу, пошкодження екосистем і загроз для радіаційної безпеки. Після деокупації українські науковці активно працюють над відновленням моніторингу і оцінкою екологічних наслідків, підкреслюючи важливість подальших досліджень і міжнародної підтримки для збереження цієї унікальної території.*

***Annotation.** The Chernobyl Exclusion Zone, known for its unique ecosystem after the 1986 accident, has seen significant impacts from the invasion of Russian occupation forces in 2022. Before the invasion, this area was an example of natural recovery in conditions of radiation contamination. Protests of military actions, the presence of heavy equipment and the disruption of natural processes have led to increased levels of radioactive dust, damage to ecosystems and threats to radiation safety. After the deoccupation, Ukrainian scientists are actively working to restore monitoring and assessment of ecological consequences, emphasizing the value of further research and international support for the preservation of the unique territory.*

---

<sup>55</sup> Науковий керівник: Вергеліс В.І., асистент кафедри екології та навколишнього середовища ВНАУ

**Вступ.** З початку повномасштабного вторгнення росії в Україну екологічна безпека в умовах воєнного стану носить глобальну проблему, через можливість гуманітарної катастрофи внаслідок бойових дій. Існує загроза хімічної, біологічної, ядерної катастроф, внаслідок використання зброї масового знищення для мирного населення України. Більшість пошкоджених боями територій – це орні землі, об'єкти природно-заповідного фонду України. Крім видимих збитків, є і той, який на перший погляд не помітний, але в перспективі може призвести до незворотних наслідків. Війна надзвичайно негативно впливає на навколишнє середовище, але масштаби цього впливу виміряти та оцінити, доки ведуться бойові дії, неможливо.

Чорнобильська зона відчуження – заборонена для вільного доступу територія, що зазнала інтенсивного забруднення довгоживучими радіонуклідами внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Зона встановлена у 1986 році, після евакуації населення із 30-кілометрової зони навколо станції. Площа території – 2576,9 км<sup>2</sup> [1]. У зоні відчуження, а також зоні безумовного (обов'язкового) відселення припинено діяльність місцевих рад [2].

Функціональне призначення зони відчуження полягає в недопущенні поширення радіоактивних речовин і в нагляді за станом природних систем і техногенних об'єктів.

Моніторинг Чорнобильської АЕС є необхідним та актуальним, тому що важливо зрозуміти і правильно оцінити всі шкоди, заподіяної загарбниками, і зробити все можливе для її ліквідації викликані ними. І встановити оцінку екологічного стану Чорнобильської зони відчуження до і після вторгнення окупаційних військ [1].

Мета роботи – проаналізувати та оцінити екологічні умови в межах території Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) до та після окупаційних військових вторгнень.

**Виклад основного матеріалу.** Чорнобильська зона відчуження, величезна територія, що охоплює приблизно 2600 квадратних кілометрів, є яскравим нагадуванням про одну з найбільш руйнівних ядерних катастроф в історії. Після вибуху четвертого реактора Чорнобильської АЕС 26 квітня 1986 року цей регіон став синонімом екологічної катастрофи. Протягом десятиліть відсутність людського житла дозволила природі відновити землю, перетворивши зону відчуження на унікальний природний заповідник, де екосистеми процвітали за відсутності значного втручання людини [2, 7].

Однак у лютому 2022 року ця крихка екосистема зіткнулася з новим безпрецедентним викликом, коли російські війська вторглися в Україну та взяли під контроль Чорнобильську зону відчуження. Наслідки цього вторгнення викликали значне занепокоєння щодо гігієни навколишнього середовища та майбутнього регіону. Ця стаття містить комплексну оцінку екологічного стану Чорнобильської зони відчуження до та після вторгнення, розглядаючи довгострокові наслідки як для місцевої екосистеми, так і для глобальної екологічної безпеки [2].

До вторгнення Чорнобильська зона відчуження перетворилася на винятковий приклад здатності природи відновлюватися після техногенної катастрофи. Відсутність людини протягом понад трьох десятиліть дозволила флорі та фауні регіону адаптуватися до залишкової радіації, що призвело до створення унікальної та процвітаючої екосистеми. Зона стала заповідником для різноманітних видів, у тому числі тих, що були рідкісними або зникаючими в інших частинах Європи[3,5].

Відбувалось відновлення флори та фауни. У зоні відчуження відродилася велика кількість видів тварин, таких як вовки, кабани, олені, рисі та навіть ведмеді. Рудий ліс, сильно забруднена територія, що оточує електростанцію, став критичним місцем проживання цих видів, незважаючи на високий рівень радіації. Птахи та дрібні ссавці також адаптувалися до радіації, надаючи вченим безцінні дані про наслідки тривалого впливу низьких рівнів радіації [4].

Наукові дослідження та моніторинг встановили, що у роки, що передували вторгненню, були проведені великі наукові дослідження, щоб відстежувати та розуміти постійне екологічне відновлення в зоні. Дослідження були зосереджені на впливі радіації на генетичні мутації, репродуктивне здоров'я та загальну стійкість видів, що мешкають у цій місцевості. Це дослідження не лише дозволило зрозуміти адаптаційні можливості природи, але й сприяло розширенню знань про довгостроковий вплив радіації на живі організми [3, 4].

У лютому 2022 року територія Чорнобильської зони відчуження була окупована російськими військами. Це спричинило численні негативні наслідки для екологічного стану регіону. Одним із найсерйозніших викликів стало те, що війська орудували у безпосередній близькості до радіоактивних відходів, зокрема на майданчику Рудого лісу – найбільш забрудненої частини зони. Присутність важкої техніки, розкопки ґрунту, а також військові дії спричинили підвищення рівня радіоактивного пилу, що могло призвести до додаткового забруднення повітря та водойм. Крім того, окупанти значно ускладнили роботу українських екологів і радіологів, які не могли повноцінно здійснювати моніторинг радіаційного фону і контролювати стан радіоактивних відходів [1].

Додатково до цього, військові дії в зоні призвели до знищення деяких природних осередків, пожеж та порушення тваринних популяцій. Багато тварин були змушені залишити свої місця проживання через людську активність. Це, у свою чергу, може мати довгострокові наслідки для екосистеми зони [8].

Одним із найбільш тривожних аспектів вторгнення було порушення забрудненого ґрунту, особливо в Рудому лісі внаслідок їх радіологічного порушення. Ця територія, відома своїм високим рівнем радіоактивного забруднення, зазнала важких військових дій, включаючи рух транспортних засобів і копання траншей. Ці дії призвели до викиду радіоактивного пилу в повітря, що створює серйозну загрозу забруднення як для навколишнього середовища, так і для персоналу. Порушення ґрунту також могло призвести до поширення радіоактивних часток за межі зони, посилюючи вплив на

навколишнє середовище [2, 8].

Військові дії в зоні призвели до знищення критичних середовищ існування та витіснення дикої природи. Переміщення військ і обладнання порушило природну поведінку тварин, змусивши багато видів покинути свої території. Пожежі, викликані військовими діями, ще більше знищили середовища проживання та сприяли викиду радіоактивних матеріалів в атмосферу. Довгострокові наслідки цих порушень, ймовірно, включатимуть зменшення місцевих популяцій дикої природи та подальший екологічний дисбаланс [4, 5].

Перешкоди для наукового моніторингу викликані вторгненням також суттєво ускладнило роботу українських науковців та екологів, які не змогли продовжити моніторингову та дослідницьку діяльність у зоні. Відсутність доступу до критичних зон не дозволяла вчасно оцінити радіологічний вплив і перешкоджала зусиллям із пом'якшення екологічної шкоди. Неможливість підтримувати регулярний моніторинг збільшила ризик неконтрольованих викидів радіоактивних речовин і подальшої деградації навколишнього середовища [6].

**Висновки.** Вторгнення російських військ у Чорнобильську зону відчуження в 2022 році стало серйозним викликом для процесу екологічного відновлення, який тривав понад три десятиліття після катастрофи 1986 року. Військові дії призвели до підвищення рівня радіаційного забруднення, знищення природних осередків та порушення роботи наукових досліджень, які були критично важливими для моніторингу території стану зони відчуження.

Проте, незважаючи на завдані збитки, природа Чорнобильської зони продемонструвала свою здатність до відновлення. З належною підтримкою та міжнародною співпрацею є надія на те, що зона зможе відновитися від останніх потрясінь. Цей інцидент підкреслює важливість охорони екологічно чутливих територій під час конфліктів і необхідність продовження наукових досліджень для забезпечення безпеки і збереження унікальних екосистем.

**Рекомендації.** З огляду на очікуване значне забруднення, надзвичайно важливо після війни запровадити ефективну систему моніторингу довкілля. Така система має забезпечити точне визначення обсягу завданої шкоди довкіллю та сприяти вжиттю найдієвіших заходів для запобігання подальшому погіршенню ситуації. Це також дозволить відновити екосистеми до безпечного стану як для людей, так і для дикої природи.

Важливо, щоб центральний орган виконавчої влади, громадянське суспільство та екологічний комітет законодавчого органу України активно займалися документуванням завданої довкіллю шкоди та забезпеченням її компенсації агресором.

Необхідно також забезпечити, щоб план відновлення України включав ініціативи з відновлення і збереження екосистем, а також інтегрував природорієнтовані рішення і заходи з адаптації до кліматичних змін у плани відбудови населених пунктів.



### Список використаної літератури

1. Екологічні проблеми України: наслідки війни: веб-сайт. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/bc504da0-4d3a-43e5-bf3a-855bf50d72fd/content> (дата звернення: 20.08.2024).
2. Чорнобильська зона відчуження: веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%87%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%87%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) (дата звернення: 20.08.2024).
3. SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION: веб-сайт. URL: [https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR\\_2008\\_Report\\_Vol.II.pdf](https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2008_Report_Vol.II.pdf) (дата звернення: 20.08.2024).
4. Mousseau, T. A., & Møller, A. P. Genetic and Ecological Studies of Animals in Chernobyl and Fukushima. *Journal of Heredity*. 2014. 105(5). 704–709.
5. Gerhard Proehl. The International Chernobyl Research and Information Network (ICRIN). Division of Radiation, Transport and Waste Safety Technical Meeting on Remediation Techniques and Strategies in Post-Accident Situations. IAEA. Vienna. 14 June 2016. P. 24.
6. CHERNOBYL: THE TRUE SCALE OF THE ACCIDENT: веб-сайт. URL: <https://press.un.org/en/2005/dev2539.doc.htm> (дата звернення: 20.08.2024).
7. Mycio M. Wormwood Forest: A Natural History of Chernobyl. *Washington D.C.: Joseph Henry Press*. 2005. P. 264.
8. Alan A. Ager and others. The wildfire problem in areas contaminated by the Chernobyl disaster. *Science of the Total Environment*. 2019. P. 1–12.

**Богдан ПОБЕРЕЖНИЙ<sup>56</sup>,**

студент 1-го року навчання освітнього ступеня магістр,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ Агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### PROSPECTS FOR THE FORMATION OF AN EFFECTIVE ECOLOGICAL AND ECONOMIC SYSTEM OF FOREST MANAGEMENT

*Annotation.* We have established that the domestic forest industry plays a significant role in the socio-economic life of society. Forest ecosystems perform not only the protective function of the environment, and are the habitat of many species of biodiversity, but are also intended to meet the environmental needs of humans. For quite a long time, a scientific and applied understanding of the forest ecosystem has been formed as a unity of land, forest vegetation, fauna and other components of the environment that are of important environmental, social and economic importance.

<sup>56</sup>Наук. керівник: Оксана Врадій канд. с.-г. н., доцент кафедри екології та ОНС ВНАУ.

*The prospects for the formation of an ecological and economic system of forest management are determined. The importance of achieving sustainable development in the issue of forest management is considered. The ecological and economic benefits in the policy and structure of forest management are proved, and its key components are considered.*

**Анотація.** *Нами встановлено, що вітчизняна лісова галузь відіграє значну роль в соціально-економічному житті суспільства. Лісові екосистеми виконують не тільки захисну функцію довкілля, і є місце існування багатьох видів біорізноманіття, а також призначені для задоволення екологічних потреб людини. Досить довгий час сформувалося науково-прикладне уявлення про лісову екосистему як єдності землі, лісової рослинності, тваринного світу та інших компонентів навколишнього природного середовища, що мають важливе екологічне, соціальне та економічне значення. Визначено перспективу формування еколого – економічної системи лісокористування. Розглянуто важливість досягнення сталого розвитку в питанні лісокористування. Доведено еколого – економічну вигоду в політиці та структурі управління лісовими ресурсами, а також розглянуто її ключові компоненти.*

**Introduction.** The introduction of environmentally friendly logging technologies is an important component of sustainable forest management. This approach ensures minimal impact of harvesting activities on the forest ecosystem, thus preserving biodiversity and maintaining ecological balance [1]. Modern technologies, such as selective felling and the use of advanced machinery, reduce soil compaction and damage to non-target trees. These methods not only maintain forest health, but also increase economic efficiency by reducing waste and improving the quality of harvested wood [2]. In addition, the introduction of such technologies is consistent with global environmental standards and helps forestry and related businesses meet regulatory requirements, contributing to the development of a responsible and sustainable industry.

**Summary of the main material.** Reforestation and afforestation play a crucial role in maintaining and strengthening forest ecosystems. These practices involve planting trees in areas where forests have been depleted or previously did not exist, which contributes to carbon sequestration and the restoration of habitats for species [3]. The benefits of these activities go beyond environmental benefits; they also support economic development by creating jobs and providing raw materials for various agricultural and industrial sectors. Effective reforestation programs require careful planning and management to ensure the selection of appropriate tree species and to balance and maintain genetic diversity [4]. These efforts must be supported by sound policies and incentives that encourage farms to manage forests sustainably.

Monitoring and regulation of forestry activities are vital to ensure the sustainable use of forest resources. Continuous monitoring allows for the detection of illegal logging, pest infestations, and other threats to forest health, allowing for timely

intervention [5]. The regulatory framework should be dynamic and adaptive, incorporating the latest scientific discoveries and technological advances to remain effective [2]. Effective regulation also involves the participation of many stakeholders. These include government agencies, local communities, and private enterprises. To create a comprehensive and inclusive approach to forest management [6]. By setting clear guidelines and standards, regulators can promote sustainable practices and ensure the long-term viability of forest ecosystems.

### **Economic benefits of sustainable forestry.**

Sustainable forest management plays a crucial role in economic development. By adopting sustainable practices, the forest sector can create new employment opportunities, especially in rural areas where such jobs are desperately needed.

It is estimated that sustainable forest management can lead to the creation of approximately 200-250 new jobs, which will significantly contribute to the development of the local economy [1]. In turn, job creation will not only improve and raise people's living standards, but also stimulate significant economic growth in the affected regions. Effective sustainable practices can lead to an increase in personal income tax revenues, which will benefit local governments and allow them to invest in community development projects. The economic stability generated by these new jobs helps build a more resilient local economy that is better able to withstand external shocks.

The long-term financial returns from sustainable forestry practices are another significant economic benefit. Unlike conventional logging methods, which often result in short-term gains at the expense of long-term forest health, sustainable practices ensure the continued productivity of forest resources. Sustainable forest management practices can lead to an increase in gross profit of approximately 15.0%, emphasizing their financial viability [1]. By maintaining an ecological balance, these practices ensure a steady supply of forest products, contributing to the long-term profitability of the forest industry. In addition, sustainable practices reduce the risk of resource depletion and environmental degradation, which can lead to significant restoration costs. Therefore, the implementation of sustainable forestry practices not only provides financial returns, but also minimizes potential future costs associated with environmental damage. And this, in turn, will strengthen the state's economy. And it will allow the saved funds to be invested in new projects and support for other affected industries.

Certified environmentally friendly wood products represent a growing market opportunity driven by growing consumer demand for environmentally friendly products. Certification of these products ensures that they are sourced from forests that are managed according to strict environmental and social standards. The certification process improves the marketability of wood products, allowing producers to access premium markets and achieve higher prices. The modern approach to forestry management, which involves the use of various methods, levers and tools to ensure effective functioning, emphasizes the importance of certification to meet market requirements [7]. Certified products often attract environmentally conscious consumers, which leads to an increase in market share for producers who

use sustainable practices. In addition, certification can open up new export opportunities, as many international markets require proof of sustainable supply. This market expansion not only increases revenues for producers, but also encourages the wider adoption of environmental practices in the forestry sector.

**Policy and governance structure.** The development of a comprehensive forest policy is crucial for achieving environmental and economic efficiency in forest management. A well-designed policy should incorporate multiple dimensions, including economic, environmental and social aspects, to ensure sustainable forest use. Such an integrative approach allows for optimal use of forest resources, balancing the needs of economic development with environmental protection and social welfare [1]. The key components of such a policy include:

- implementation of sustainable forest management practices;
- encouraging investments in forest conservation and restoration;
- promoting community involvement in forestry activities;
- development of economic incentives for sustainable forest management.

By addressing these areas, policymakers can create a robust framework that supports both environmental sustainability and economic viability [2].

Enforcement of environmental standards is another important aspect of an effective forest management system. Setting and enforcing strict environmental standards helps protect forest ecosystems from overexploitation and degradation. These standards typically include:

- monitoring and controlling logging operations to prevent deforestation;
- Implementation of reforestation and afforestation programs to restore degraded lands;
- regulating the use of chemicals and other pollutants in forestry;
- promoting the conservation of forest biodiversity.

Compliance with these regulations is essential for maintaining the health and sustainability of forest ecosystems, which in turn supports their long-term economic value [8]. Analyzing the latest trends in forestry development, we observe that compliance with environmental standards contributes not only to environmental protection, but also increases the overall productivity and sustainability of forest resources [9].

International cooperation and agreements play a significant role in the conservation and sustainable use of forests. By participating in global initiatives and adhering to international agreements, countries can collectively address transboundary issues such as climate change, biodiversity loss, and illegal logging.

The main elements of international cooperation in forest conservation include

- sharing knowledge and best practices through international forums and networks;
- cooperation on research projects aimed at sustainable forest management;
- ensuring the fulfillment of international commitments on forest protection;
- facilitating access to international funding and technical assistance for forest conservation projects.

Ukraine's active participation in international processes emphasizes its commitment to global efforts to conserve forest ecosystems [8]. Thanks to these joint efforts, countries can expand their capacity for sustainable forest management using shared resources and experience [3].

**Conclusions.** In summary, we can see that the formation of an effective ecological and economic system of forest management is promising. By implementing sustainable forest management practices, such as using environmentally friendly logging technologies, focusing on reforestation and afforestation, and monitoring and regulating forest activities, we can ensure the long-term health and productivity of our forests. The economic benefits of sustainable forest management are also worth noting, including job creation, local economic development and long-term financial returns. In addition, by focusing on the development and implementation of comprehensive forest and forest resource management policies, we ensure compliance with environmental standards while engaging in international cooperation and agreements on forest conservation. We can work toward a harmonious balance between environmental conservation and the economic prosperity of our forests. By applying these practices and policies, we can build a future where forests can thrive sustainably for generations to come.

### Список використаної літератури

1. Яремко О.П. Еколого-економічний аналіз сучасного стану лісового господарства України. *Інститут агроекології і природокористування НААН*. 2016. №11. URL:<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5461>(дата звернення: 09.09.2024 р.).

2. Карпук А., Шестак М. Еколого-економічна ефективність лісокористування: сутність, оцінка, механізм забезпечення. *Економіст*. 2017. № 9. С. 19–25.

3. Хорошко О.В., Удосконалення механізму регулювання виробничо-господарської діяльності підприємств лісової галузі України. *Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*. 2023. URL:[karazin.ua](http://karazin.ua)(дата звернення: 09.09.2024 р.).

4. Ярощук О.В. Шляхи підвищення економічної ефективності ДП «Славутське лісове господарство». *Поліський національний університет*. 2020. URL:[ir.polissiauniver.edu.ua](http://ir.polissiauniver.edu.ua)(дата звернення: 09.09.2024 р.).

5. Сахарнацька Л.І. Формування організаційно-економічного механізму екологізації лісового комплексу регіону. *УНУ*. 2015. (дата звернення: 09.09.2024 р.).

6. Дребот О.І., Фурдичко О.І., Яремко О.П. Формування еколого-економічних основ збалансованого розвитку лісового сектору Інститут агроекології і природокористування НААН. *Збалансоване природокористування*. 2023. №4. С. 5–13. URL:[journals.uran.ua/bnusing/article/view/292743/290919](http://journals.uran.ua/bnusing/article/view/292743/290919)(дата звернення: 09.09.2024 р.).

7. Гулик Г.С. Сучасні еколого-економіко-правові проблеми реалізації концепції сталого лісокористування в Україні. *Екологічна економіка і сталий розвиток*. 2015. №1. С. 7 – 13. URL:[nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/853/869](http://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/853/869) (дата звернення: 09.09.2024 р.).

8. Кравець О.В. Магістерська робота: Еколого-економічне використання лісових ресурсів та їх охорона, Тернопільський національний економічний університет. 2017 р. URL:[dspace.wunu.edu.ua](http://dspace.wunu.edu.ua) (дата звернення: 09.09.2024 р.).

9. Карпук А., Шестак М. Інституціональні передумови підвищення еколого-економічної ефективності лісокористування. *Економіст*. 2015. № 10. С. 3–7.

**Олександр САНДУЛЯК<sup>57</sup>**,  
студент 1 курсу магістратури,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## КАЛИНА ЗВИЧАЙНА В ЛІСОВИХ КУЛЬТУРАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Анотація.** *Приведені лісівничо-біологічні дослідження в деревостанах різного віку і видового складу, показано вплив калини звичайної на ріст і формування деревостанів, показники ґрунту, характер розвитку кореневих систем, а також лісовідновні процеси в лісостанах.*

**Annotation.** *Arboriological and biological studies in stands of different ages and species composition are presented, the influence of viburnum on the growth and formation of stands, soil parameters, the nature of the development of root systems, as well as reforestation processes in stands are shown.*

**Вступ.** Для розвитку й росту цінних автохтонних чагарникових порід найбільш сприятливою за кліматичними і ґрунтовими умовами є територія Правобережного Лісостепу України [1-4]. Проте, вивченню еколого-ценотичного значення лісів регіону та ролі в них калини звичайної (*Viburnum opulus* L.) не приділялася увага. Саме тому, дослідження лісівничо-екологічних та біологічних особливостей калини звичайної, ефективних способів природного поновлення в умовах даного лісокультурного району є актуальним як в теоретичному, так і в практичному аспектах. Актуальність теми дослідження зумовлена ще й тим, що випадання калини звичайної в деревостанах викликає зниження процесу самовідновлення даного виду в лісових насадженнях [5-8].

---

<sup>57</sup>Науковий керівник: Тисячний О.П., кандидат с.-г. наук, кафедра лісового та садово-паркового господарства.

**Виклад основного матеріалу.** Важливим показником, який характеризує екологічні умови при дослідженні росту та розвитку калини звичайної в природних умовах є освітленість. Вимірювання даного фактору проводились в 5-кратних повторностях під наметом лісу, біля стіни лісу на відстані 5 метрів і на відкритому місці над вершиною чагарника з одночасним дублюванням замірів на відкритому місці.

Дані відносної освітленості, приведені в таблиці 1, показують, що освітленість калини звичайної під наметом лісу складає 5400 люкс або 10,8 % освітленості відкритого місця.

Освітленість кущів калини біля стіни лісу 29350 люксів або 58,5 % відкритого простору. В даному випадку близькість лісу, в результаті чого освітленість знижується в 1,7 рази у порівнянні з відкритим місцем.

**Таблиця 1**

**Освітленість калини звичайної в період 13.00-15.00 в червні**

Варіанти досліджу	Освітленість
Відкрите місце	50,09±0,72
Біля стіни лісу	29,35±1,51
Під наметом лісу	5,40±0,02

Відносна освітленість біля стіни лісу в 5,4 рази більше освітленості під наметом лісу, що значно перевищує кількість світла доступного калині під наметом лісу.

Зміна морфологічних ознак калини звичайної, як і інших деревних та чагарникових видів тісно пов'язана із впливом середовища.

Найбільший вплив на ріст має той фактор, який знаходиться в мінімумі і таким фактором є світло, яке обмежує ріст та розвиток калини звичайної під наметом та біля стіни лісу.

Аналіз даних таблиці 2 показує, що висота чагарників під наметом лісу складає 1,14 м, що в 1,7 рази менше висоти чагарника біля стіни лісу і в 2,1 рази відкритого місця. Приріст пагонів відповідно складає: 8,3 см, 17, 5 см, 22,2 см.

**Таблиця 2**

**Висота кущів калини звичайної в лісових фітоценозах**

Варіанти досліджу	Висота кущів, см
На відкритому місці	2,45±0,14
Біля стіни лісу	1,98±0,10
Під наметом лісу	1,14±0,10

Стійкість біогруп рослин одного виду визначається кількістю особин вгрупах.

Діаметр стовбурців на відкритому місці дорівнює 19,0±0,15, біля стіни лісу дорівнює 1,8±0,10 або 85,9 %, під наметом складає 1,4±0,17 см або 73,7 % відкритого місця (табл. 3)..

Таблиця 3

*Діаметр стовбурців калини звичайної (на висоті 1,3 м) в біогрупах*

Варіанти досліджу	Діаметр стовбурців кущів, см
На відкритому місці	1,86±0,15
Біля стіни лісу	1,75±0,10
Під наметом лісу	1,40±0,17

Розглядаючи дані по кількості стовбурців в одному кущі при різній відносній освітленості, бачимо, що більша кількість їх в кущів, що ростуть на відкритому місці (табл. 4). Число стовбурців біля стіни лісу становить 20 штук, що складає 57 % від кількості на відкритій місцевості, а число їх під наметом лісу в 7 раз менше відкритого місця.

Таблиця 4

*Щільність біогруп калини звичайної в різних умовах середовища*

Умови місцезростання калини	Кількість пагонів
На відкритому місці	34,87±0,16
Біля стіни лісу	20,04±0,20
Під наметом лісу	4,91±0,10

Недостатня освітленість і більш низька температура під наметом лісу знижує фотосинтез та підвищують дихання, що призводить до послаблення не тільки приросту калини у висоту, пригнічує порослеву здатність, що зменшує кількість стовбурців в одному кущі. Низька інтенсивність фотосинтезу обмежує відтік асимілянтів в кореневу систему, що в свою чергу пригнічує її розвиток та знижує чисельну щільність кущів.

Розглядаючи дані таблиці бачимо, що під впливом такого важливого екологічного фактору як освітленість, спостерігається значна різниця в квітуванні та плодоношенні калини в лісі, біля стіни лісу та на відкритій місцевості. Так як під наметом лісу калина утворює поодинокі квітки, а плодоношення відсутнє взагалі. В той час, як біля стіни лісу на одному кущі фіксується 60-65 суцвіть, а на відкритому місці в 2 рази більше – 113-116 (табл.5).

Таблиця 5

*Кількість суцвіть калини звичайної на одному кущі в різних умовах місцезростання*

Умови місцезростання	Кількість суцвіть
На відкритому місці	116,81±0,22
Біля стіни лісу	65,05±0,22

Існує різниця і в кількості ягід в одному суцвітті: на відкритому просторі їх 23 штуки, біля стіни лісу – 16, або в 1,4 рази менше (табл.6).

Таблиця 6

*Кількість плодів калини в одному суцвітті в різних умовах місцезростання*

Умови місцезростання	Кількість плодів
На відкритому місці	23,03±1,80
Біля стіни лісу	16,26±0,91

Вага 1000 насінин, заготовлених на відкритому місці дорівнює 34,0 г, а біля стіни лісу – 27,0 г (табл.7).



Таблиця 7

*Вага однієї тисячі штук насіння калини звичайної в різних умовах середовища*

Умови середовища	Вага однієї тисячі штук насіння
На відкритому місці	0,034±0,00
Біля стіни лісу	0,027±0,00

З аналізу даних видно, що щільний намет листяних та хвойних порід, перехоплюючи та розсіюючи значну частину сонячну енергії, призводить до пониження температури повітря під наметом лісу, температури ґрунту, перешкоджаючи активному повітряобміну, що не тільки негативно впливає на цвітіння та плодоношення калини, але й має згубний вплив на цю культуру. Вага однієї ягоди відповідно складає 0,35±0,01 г та 0,28±0,01 (табл.8)

Таблиця 8

*Вага однієї ягоди калини в різних умовах середовища*

Умови середовища	Вага однієї ягоди
На відкритому місці	0,35±0,01
Біля стіни лісу	0,28±0,01

Діаметр ягід на відкритій місцевості 8,1±0,09 мм, біля стіни ліса 6,87±0,06 мм (табл. 9).

Таблиця 9

*Діаметр ягід калини в різних умовах середовища*

Умови середовища	Діаметр ягід
На відкритому місці	8,10±0,09
Біля стіни лісу	6,87±0,06

Вивчення кореневих систем калини звичайної важливо для розуміння взаємних впливів її з різними видами деревної рослинності.

Маса коренів калини звичайної, яка росте на відкритому місці, на глибині 0-10 см, складала 5,89 г/дм<sup>3</sup>, що в 1,5 рази більше маси коренів 3, 94 г/дм<sup>3</sup>, яка знаходиться на глибині 10-20 см, а маса коренів на глибині 20-30 см дорівнює 1,15 г/дм<sup>3</sup> або на 18,3% більше маси коренів (0,2 г/дм<sup>3</sup>), розташованих на глибині 30-40 см.

Істотна різниця і по масі коренів різних фракцій по крупності. Так маса мілких коренів на глибині 0-10 см складала 1,78 г/дм<sup>3</sup>, а на глибині 10-20 см – 1,21 г/дм<sup>3</sup> або 68,0 %, на 20-30 см глибині маса мілких коренів дорівнює 0,70 г/дм<sup>3</sup> і лише 0,09 г/дм<sup>3</sup> на глибині 30-40 см. Маса середніх та крупних коренів складала відповідно: 2,45 г/дм<sup>3</sup> та 1,66 г/ дм<sup>3</sup>; 1,62 г/ дм<sup>3</sup> та 1,11 г/ дм<sup>3</sup>; 0,32 г/ дм<sup>3</sup> та 0,13 г/ дм<sup>3</sup>; 0,07 г/ дм<sup>3</sup> та 0,05 г/ дм<sup>3</sup>.

Аналізуючи розподіл коренів по фракціям на різній відстані від куща, відмічено, що основна маса їх зосереджена на відстані 30 см від куща. Вивчаючи морфологія коренів калини, відмічена висока мичкуватість їх та скупчення розгалужень провідних коренів на відстані 0,5-0,7 см від меж проекції крони куща.

На відкритому місці розподіл коренів по горизонтальному профілю на глибині від 0 до 10 см проходить так: загальна вага абсолютно сухих коренів склала 6,11 г/дм<sup>3</sup>, що на 53,5 % більше маси коренів, знайдених в моноліті, закладеному на відстані 75 см від центра куща і майже в 2,3 рази більше маси коренів моноліту, який знаходиться на відстані 120 см від куща.

Істотна різниця і маса коренів калини по фракціям. Так, на відстані 30 см від куща маса мілких коренів складала 1,78 г/дм<sup>3</sup>, середніх коренів 2,45 г/дм<sup>3</sup>, крупних коренів 1,66 г/дм<sup>3</sup>, на відстані 75 см названі показники склали: 0,77 г/дм<sup>3</sup>, 1,30 та 0,85 г/дм<sup>3</sup>, тоді як на відстані 120 см вони були 0,14 г/дм<sup>3</sup>, 0,15 та 0,20 г/дм<sup>3</sup>.

В умовах конкуренції, під наметом лісу, значно зменшується кількість коренів калини по всім фракціям. Так, маса їх під наметом лісу складає 32,2 %, або майже в 2 рази менше названих показників відкритого місця. Істотна різниця маси коренів і по категоріям крупності в лісі та на відкритому місці. Так, маса крупних коренів калини під наметом лісу дорівнює 1,23 г/дм<sup>3</sup>, що складає 74,1 % від маси таких же коренів на відкритому місці, а маса мілких та середніх коренів в 2,3 та 2,5 рази менше маси ідентичних коренів калини на відкритому місці.

По мірі послаблення пригнічення калини, тобто біля стіни лісу, маса коренів зростає і складає: крупних – 11,7 г/дм<sup>3</sup>, середніх – 1,90 г/дм<sup>3</sup>, мілких – 1,25 г/дм<sup>3</sup>, або 70,2%, 77,6%, 75,3%, по відношенню до маси коренів відкритого місця.

В умовах конкуренції зі сторони деревостанів, особливо під наметом лісу, калина розвиває поверхневу кореневу систему, тобто більшість коренів знаходиться у верхньому 10-20 см шарі ґрунту, тоді як на відкритому місці глибина проникнення її коренів в ґрунт доходить до 40 см.

Фактором пригнічення кореневої системи калини біля стіни та особливо під наметом лісу є конкуренція коренів листяних та хвойних порід. Ця дія прослідковується при визначенні маси коренів по фракціях як на глибині проникнення коренів калини, так і по горизонтальному профілю їх поширення.

Так, основна маса коренів вільхи сірої знаходиться в межах горизонту на глибині від 0 до 20 см. Біля стіни лісу на глибині 0-10 см на відстані 75 см від куща маса коренів вільхи складала 1,14 г/дм<sup>3</sup>, а калини – 2,75 г/дм<sup>3</sup>, або 41,5 %; на глибині проникнення коренів 10-20 см їх маса відповідно дорівнювала 0,98 г/дм<sup>3</sup> та 2,11 г/дм<sup>3</sup>, або 46,4 %. В досліджуваних монолітах під наметом лісу коренів вільхи не знайдено.

Відомо, що вільха дуже вимоглива до вологості та родючості ґрунту і є ґрунтополіпшуючою породою з однієї сторони, а з іншої – конкурентом калини за поживні речовини.

Конкуренція калини та вільхи за поживні речовини та вологу настільки велика, що не допускає розвитку коренів ялини та берези і знижує значну масу коренів (0,28 г/дм<sup>3</sup>) осики.

Під наметом лісу основними конкурентами калини виступають осика, ялина, береза. З даних таблиці 610 видно, що маса коренів калини дорівнює

1,10 г/дм<sup>3</sup>, або 12,9 %, берези – 2,14 г/дм<sup>3</sup> або 25,0 %, ялини – 1,46 г/дм<sup>3</sup> або 17,1 %, осики – 3,85 г/дм<sup>3</sup> або 45,0 % від загальної маси коренів в зоні ризосфери калини.

**Висновки.** На ріст та розвиток коренів калини звичайної істотний вплив мають породи-конкуренти, які обмежують надходження вологи та елементів живлення в надземну частину. На відкритому місці, біля стіни та під наметом лісу маса коренів калини звичайної контролюється коренями порід-конкурентів. Вплив листяних та хвойних видів на калину, насамперед під наметом лісу, пов'язаний із здатністю цих видів розвивати потужну кореневу систему, швидко та ефективно використовуючи екологічні ніші в ґрунті, тим самим обмежуючи поширення коренів калини.

### Список використаної літератури

1. Бондар А.О., Гордієнко М.І. Формування лісових насаджень у дібровах Поділля : монографія. Київ : Урожай, 2006. 336 с.
2. Вакулюк П.Г., Самоплавський В.І. Лісовідновлення та лісорозведення в Україні : монографія. Харків : Прапор, 2006. 384 с.
3. Генсірук С. А. Ліси України: монографія. Київ : Наукова думка. 1992. 408 с.
4. Гордієнко Н.М., Бондар А.О. Інтродуценти в дібровах Полісся та Лісостепу України: монографія. Київ : Урожай, 2001. 448 с.
5. Гордієнко М. І., Бондар А. О., Криницький Г. Т. Лісові насадження Вінниччини: монографія. Київ: Урожай, 2006. 248 с.
6. Калінін М. І., Гузь М. М., Дебринюк Ю. М. Лісове коренезнавство: підручник. Львів. ІЗМН, 1998. 336 с.
7. Мудрак О. В., Мудрак Г. В. Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика: монографія. Вінниця. ТОВ Нілан-ЛТД, 2013. 320 с.
8. Шлапак В. П., Логвіненко І. І. Чигиринський бір: монографія. Львів: Престиж Інформ, 1999. 110 с.

**Владислав СКАКУН<sup>58</sup>,**

студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГРАМ З ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ

**Анотація.** У статті розглядається оцінка ефективності програм з відновлення земель, що є важливим аспектом для забезпечення сталого розвитку сільського господарства та збереження екологічного балансу. Проведено аналіз сучасних методів та підходів до відновлення деградованих

---

<sup>58</sup>Науковий керівник: Васильков О.В., асистент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

земель, зокрема, агротехнічних, біологічних та інженерних заходів. Досліджено вплив програм відновлення на якість ґрунтів, біорізноманіття та продуктивність сільськогосподарських культур. На основі отриманих даних здійснено порівняння ефективності різних програм, визначено їхні переваги та недоліки. Результати свідчать про необхідність удосконалення існуючих програм та розробки нових стратегій для підвищення ефективності відновлення земель. Стаття також пропонує рекомендації щодо впровадження більш сталих та економічно вигідних підходів до управління деградованими землями.

**Ключові слова:** відновлення земель, деградовані ґрунти, сталий розвиток, сільське господарство, ефективність програм, екологічний баланс.

**Annotation.** *The article examines the assessment of the effectiveness of land restoration programs, which is an important aspect for ensuring the sustainable development of agriculture and preserving the ecological balance. The analysis of modern methods and approaches to the restoration of degraded lands, in particular, agrotechnical, biological and engineering measures, was carried out. The impact of restoration programs on soil quality, biodiversity and productivity of agricultural crops has been studied. Based on the obtained data, the efficiency of various programs was compared, their advantages and disadvantages were determined. The results indicate the need to improve existing programs and develop new strategies to increase the effectiveness of land restoration. The paper also offers recommendations for implementing more sustainable and cost-effective approaches to managing degraded lands.*

**Key words:** *land restoration, degraded soils, sustainable development, agriculture, program effectiveness, ecological balance.*

**Вступ.** Відновлення деградованих земель є одним з найважливіших викликів для сучасного сільського господарства та навколишнього середовища. Площа земель, які втрачають продуктивність через ерозію, засолення, забруднення та інші антропогенні та природні фактори, неухильно зростають з кожним роком. Ці процеси створюють серйозні загрози для продовольчої безпеки, біорізноманіття та загального балансу екосистем. У цьому контексті питання ефективного відновлення земель набуває все більшого значення і вимагає розробки та реалізації комплексних програм, спрямованих на поліпшення стану ґрунтів та відновлення їх функцій.

Програми відновлення земель включають широкий спектр заходів, від агротехнічних і біологічних методів до інженерних рішень, спрямованих на поліпшення фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтів. Ефективність цих програм залежить від низки факторів, включаючи тип ґрунту, кліматичні умови, характер деградації та застосовані технології. Ключовим елементом успіху є правильна оцінка ефективності впроваджених заходів, що дозволяє визначити найбільш підходящі стратегії та оптимізувати ресурси.

Метою цієї статті є аналіз та оцінка ефективності існуючих програм відновлення земель. Це включає вивчення різних підходів і методів, що використовуються для відновлення деградованих земель, та їхнього впливу на відновлення функцій ґрунтових екосистем і підвищення продуктивності. Результати допоможуть визначити найбільш ефективні методи та стратегії відновлення земель, що, в свою чергу, сприятиме сталому розвитку сільського господарства та збереженню природних ресурсів.

**Виклад основного матеріалу.** Проблема деградації земель відома людству вже дуже давно. У 20-му столітті, після Другої світової війни, проблема деградації земель стала більш очевидною у зв'язку зі зростанням чисельності населення та розвитком сільськогосподарського сектору. У відповідь на це індустріально розвинені країни почали впроваджувати перші науково обґрунтовані програми відновлення земель. Зокрема, у 1930-х роках США запровадили низку програм для боротьби з ерозією ґрунтів, спричиненою «Пиловою чашею» — серією сильних пилових буревіїв, спричинених поганою сільськогосподарською практикою та посухою (Рис. 1) [1].



*Рис. 1. «Пилова хмара», Техас, 1935 рік [1].*

Після війни міжнародні організації, такі як Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО), почали активно розробляти концепцію відновлення земель. Були запущені перші глобальні ініціативи з відновлення деградованих земель. Ці програми були спрямовані не лише на підвищення продуктивності ґрунтів, а й на підтримку місцевих громад, забезпечення продовольчої безпеки та збереження біорізноманіття. З кінця 20-го століття і до сьогодні концепція відновлення земель значно еволюціонувала завдяки впровадженню нових технологій та наукових підходів: прийняття Конвенції Організації Об'єднаних Націй по боротьбі з опустелюванням (UNCCD) у 1994 році стало важливим кроком у боротьбі з деградацією земель на глобальному рівні. Програми відновлення земель стали більш комплексними, охоплюючи такі аспекти, як управління водними ресурсами, органічне землеробство та використання агролісомеліорації [2].

Програми відновлення земель стикаються з низкою проблем і викликів, які суттєво впливають на їхню ефективність і сталість. Однією з головних проблем, що ускладнюють відновлення земель, є початково низька якість

ґрунту та високий рівень їх деградації. Ерозія, засолення, виснаження поживних речовин і забруднення важкими металами та пестицидами значно знижують природну регенераційну здатність ґрунтів. Багато програм не враховують належним чином складність і масштабність цих процесів, що призводить до неефективних методів [3].

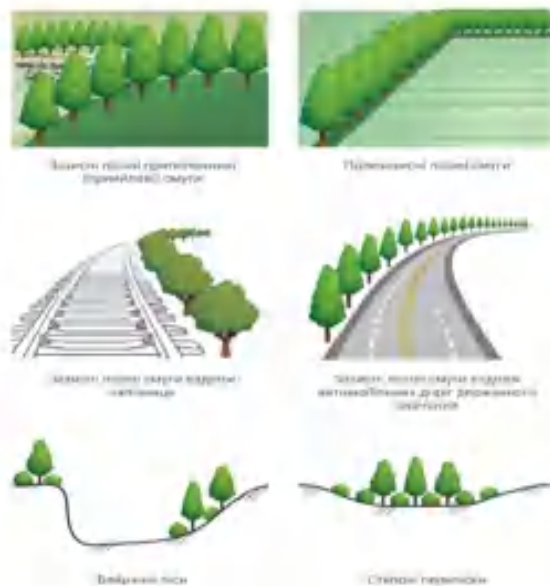
Однією з ключових проблем для програм відновлення земель є брак фінансування та ресурсів, що часто перешкоджає реалізації цих ініціатив, особливо в країнах, що розвиваються. Відсутність достатніх фінансових і людських ресурсів, обмежений доступ до інфраструктури, обладнання та якісних ресурсів, таких як добрива, насіння та засоби захисту рослин, може призвести до скорочення програм або їх відсутності. Нестабільні політичні умови, бюрократія, відсутність координації між державними установами та низький рівень законодавчої підтримки також негативно впливають на ефективність. Зміна клімату також стає викликом для відновлення земель. Екстремальні погодні явища, такі як посухи та повені, можуть негативно вплинути на процес відновлення земель і підірвати зусилля з покращення якості ґрунтів. Нездатність адаптувати програми до цих змін може призвести до провалу. Тому в багатьох випадках програми відновлення земель ґрунтуються на загальних рекомендаціях і практиках, не завжди враховуючи місцеві умови та деталі процесу деградації [4, 5].

Відновлення деградованих земель є головним завданням для забезпечення сталого сільськогосподарського виробництва та підтримання екологічної рівноваги. Сучасні методи та підходи до відновлення земель включають агротехнічні, біологічні та інженерні засоби, кожен з яких має свої переваги та обмеження [6].

Агротехнічна практика є одними з найпоширеніших способів відновлення деградованих земель і включають такі методи обробітку ґрунту, як мінімальний обробіток і нульовий обробіток, які зменшують ерозію, покращують структуру ґрунту та утримують вологу. Також важливим є використання покривних культур та сидератів. Органічні речовини можуть збагатити ґрунт і збільшити біорізноманіття, а сівоzmіна може запобігти виснаженню поживних речовин і зараженню шкідниками. Основною перевагою агротехнічних методів є їхня відносна простота у впровадженні та можливість поєднання з іншими методами відновлення. Водночас, вони можуть бути менш ефективними в умовах високого забруднення ґрунтів або при сильній деградації [6].

Інженерні заходи відіграють важливу роль у відновленні земель, особливо там, де деградація є значною. Вони включають будівництво терас, лісозахисних смуг та інших споруд для зменшення швидкості стоку води, запобігання ерозії та збереження ґрунтової вологи. На територіях з високим ризиком ерозії можна використовувати дренажні системи для контролю стоку води та зменшення надмірного зволоження. Механічне переміщення ґрунту або внесення нового родючого ґрунту для відновлення верхнього шару ґрунту. Наприклад, на територіях, де часто бувають посухи або випадають надмірні опади, можна використовувати водозберігаючі технології та дренажні системи для збереження

води та запобігання надмірним підтопленням. Його ефективність проявляється у швидкому запобіганні ерозії та збереженні ґрунтової структури. Однак ці методи часто є дорогими, потребують значних фінансових ресурсів та мають обмежений вплив на відновлення біорізноманіття (Рис. 2) [7].



**Рис. 2. Класифікація захисних лісових смуг згідно чинного законодавства [8].**

Біологічні заходи, спрямовані на поліпшення ґрунтів за допомогою живих організмів, включають біодобрива, такі як компост і перегній, а також використання мікробних інокулянтів і мікоризних грибів, які підвищують родючість ґрунту і сприяють росту рослин. Водночас, біоремедіація, яка використовує рослини і мікроорганізми для видалення токсичних речовин, особливо важлива на забруднених територіях. Основна перевага цього методу полягає в його екологічній стійкості та здатності збагачувати ґрунт поживними речовинами природним шляхом, знижуючи залежність від хімічних добрив і пестицидів. Проте, ефект може проявлятися повільніше, а ефективність може знижуватися в умовах екстремального клімату або на забруднених територіях [9].

Однак для досягнення стійких результатів, особливо на більш деградованих стадіях, часто потрібне комплексне поєднання агротехнічних, біологічних та інженерних методів, які враховують технічні, екологічні, економічні та соціальні аспекти, не лише для відновлення продуктивності, а й для забезпечення довгострокової екологічної стійкості земель.

Таким чином, ефективність програм рекультивації земель значною мірою залежить від умов, в яких вони реалізуються, та специфіки обраного методу. Біологічні методи є більш екологічними та сталими, але потребують більше часу для отримання результатів. Інженерні та хімічні методи, з іншого боку, дають більш швидкі результати, але можуть бути пов'язані з вищими екологічними ризиками та витратами. Оптимальним підходом до рекультивації земель є поєднання різних методів.

Необхідність зменшення впливу сільськогосподарських практик на довкілля та збереження біорізноманіття також слід враховувати при розробці нових стратегій. Включення органічного землеробства, біоремедіації та агролісомеліорації в програми відновлення земель може допомогти підвищити ефективність відновлення за рахунок поліпшення екологічної стійкості та зменшення негативного впливу на довкілля. Це особливо важливо в контексті зростаючого глобального інтересу до сталого сільського господарства та необхідності збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Іншим важливим аспектом є необхідність запровадження освітніх програм та тренінгів зі сталого управління земельними ресурсами для фермерів та громад. Підвищення обізнаності та знань про ефективні методи відновлення ґрунтів та їхнє екологічне значення сприятиме впровадженню сталих практик і зменшенню деградації земель у майбутньому. Це також залучає місцеві громади до процесу розробки та реалізації програм відновлення земель. Досвід показує, що коли місцеві фермери та зацікавлені сторони залучені до процесу прийняття рішень, програми реалізуються більш ефективно і забезпечується їхня сталість. Це пояснюється тим, що місцеві громади мають унікальні знання про свою землю і можуть запропонувати більш ефективні рішення з урахуванням місцевих умов і традицій.

Загалом, для ефективного відновлення деградованих земель необхідно вдосконалити існуючі програми та розробити нові, інноваційні стратегії, які б враховували екологічні, економічні та соціальні фактори. Це вимагає комплексного підходу, який включає адаптивне управління, інноваційні методи та активну участь громадськості. Тільки так можна досягти сталого відновлення земель, забезпечити їхню продуктивність і зберегти екосистемні послуги в довгостроковій перспективі.

**Висновок.** Аналіз ефективності різних програм відновлення деградованих земель, включаючи біологічні, інженерні та агротехнічні методи, підтверджує, що не існує універсального рішення для всіх випадків деградації земель. Кожен метод має свої сильні та слабкі сторони, а його ефективність значною мірою залежить від конкретних умов і цілей відновлення.

Для досягнення найкращих результатів у відновленні земель необхідний комплексний підхід, що поєднує різні методи відповідно до конкретних умов і цілей. При розробці нових стратегій слід приділяти увагу зменшенню впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище та збереженню біорізноманіття. Інтеграція органічного землеробства, біоремедіації та агролісомеліорації у програми відновлення може значно підвищити їх ефективність. Освітні програми та залучення громадськості до розробки та реалізації програм є важливими для забезпечення сталості та ефективності відновлення земель.

Тому ефективне та стале відновлення деградованих земель вимагає вдосконалення існуючих програм та розробки нових, інноваційних стратегій, які б інтегрували екологічні, економічні та соціальні аспекти. Лише комплексний підхід, що передбачає адаптивне управління та активну участь



місцевих громад, може забезпечити стале відновлення земель, їхню продуктивність та екосистемні послуги в довгостроковій перспективі.

### Список використаної літератури

1. Пилова чаша – посуха в США. URL:<https://www.arskerylos.art/uk/pilova-chasha-posuha-v-ssha.html>(Дата звернення 03.09.2024 р.)
2. PBES. *Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2018. 44 с.
3. **Umair, M., Ayub, M. A., Usman, M., & Faiz, T.** *Restoration of Degraded Soil for Sustainable Agriculture*. Springer. 2015. С 31-81
4. Financing Ecosystem Restoration: A Q&A with Fiona Stewart. URL:<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2023/03/01/financing-ecosystem-restoration-a-q-a-with-fiona-stewart>(Дата звернення 04.09.2024 р.)
5. How Land Restoration Drives Sustainable Prosperity. URL:<https://forestry.com/economic-impact/economic-contributions/how-land-restoration-drives-sustainable-prosperity/>(Дата звернення 05.09.2024 р.)
6. Lal, R. Restoration of Degraded Land: A Review. *Journal of Environmental Management*. 2016. С 124-134.
7. Johnson, K. A., & Lee, L. B. Design and Effectiveness of Windbreaks and Shelterbelts for Soil Conservation. *Agricultural Water Management*. 2012. С 42-55.
8. Що захищають лісосмуги і хто захищає їх? URL:<https://zeleniy-list.od.ua/shho-zahishhayut-lisosmugi-i-hto-zahishhae-ih/>
9. Albrecht, A. A., & Peters, D. M. Biological Soil Amendments: The Role of Compost and Manure in Soil Fertility. *Soil Science Society of America Journal*. 2010. С 88-98.
10. Land Degradation & Development. Assessing the Effectiveness of Land Restoration Initiatives in Arid and Semi-arid Regions. 2019. 65 с.
11. Wiley. Online library. URL:<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1099145x>(Дата звернення 05.09.2024 р.)

**Андрій СЛОБОДЯНЮК<sup>59</sup>,**  
студент 2 курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО В УКРАЇНІ**

***Анотація.** Лісове господарство поєднує в собі екологічні, економічні та технічні знання для управління та збереження лісових екосистем, гарантуючи, що вони можуть продовжувати надавати як короткострокові, так і довгострокові вигоди. Це включає в себе визначення територій для збереження, виробництва деревини, відпочинку та інших багатофункціональних цілей, збалансовуючи екологічні та економічні потреби. В Україні лісове господарство відіграє значну роль у екологічній стійкості, економічному розвитку та соціальному добробуті країни. Україна є домом для різноманітних лісів, котрі забезпечують важливі екосистемні послуги, підтримують біорізноманіття та сприяють економіці через виробництво деревини та інші пов'язані з лісом галузі.*

***Ключові слова:** лісове господарство; короткострокові і довгострокові вигоди; екосистемні послуги; біорізноманіття; екологічна стійкість.*

***Annotation.** Forestry combines ecological, economic and technical knowledge to manage and conserve forest ecosystems, ensuring that they can continue to provide both short- and long-term benefits. This includes identifying areas for conservation, timber production, recreation and other mixed-use uses, balancing environmental and economic needs. In Ukraine, forestry plays a significant role in the ecological sustainability, economic development and social welfare of the country. Ukraine is home to a variety of forests that provide important ecosystem services, support biodiversity and contribute to the economy through timber production and other forest-related industries.*

***Keywords:** forestry; short-term and long-term benefits; ecosystem services; biodiversity; environmental sustainability.*

***Вступ.** Загальновідомо, що лісове господарство є вкрай важливою галуззю з огляду на екологічні, економічні, а також на соціальні причини. Відтак лісове господарство відіграє провідну роль у підтримці екосистем нашої планети, а також в належному стані засобів для існування та підтримці балансу, котре є дуже необхідним для всього живого. Завдяки практикам сталого та раціонального лісівництва відбувається забезпечення того, що ліси й надалі надають життєво важливі екосистемні послуги, а також забезпечують засоби для існування та сприяють добробуту людей у всьому світі.*

---

<sup>59</sup>Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

Варто зазначити той вагомий чинник, що сучасне лісове господарство в Україні характеризується зосередженістю на практиках сталого управління, а також на природоохоронних зусиллях та інтеграції нових технологій для вирішення викликів, котрі є спричинені змінами навколишнього середовища, а також економічними вимогами та потребами суспільства.

**Мета** даної статті полягає у вивченні сучасного стану лісів та лісового господарства.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогодні стан лісового господарства в Україні є відображенням викликів і можливостей з котрими стикається наша країна в управлінні своїми лісовими ресурсами. Важливо врахувати те, що Україна має значну площу лісів, котра відіграє вирішальну роль в економіці, навколишньому середовищі та соціальному житті країни. Проте лісове господарство в Україні стикається з кількома проблемами, починаючи від вирубки лісів з однієї сторони, а з іншої незаконних рубок і закінчуючи необхідністю модернізації та адаптації до зміни клімату.

Варто зазначити той вагомий факт, що запровадження цифрових технологій спрямоване на підвищення прозорості управління лісами, зменшення корупції та підвищення ефективності управління лісовими ресурсами. В умовах сьогодення Україна активно бере участь у лісовідновленні та лісорозведенні для відновлення лісового покриву, особливо на територіях, котрі постраждали від вирубки та деградації лісів. Відповідно ці ініціативи спрямовані на збільшення лісистих площ, покращення біорізноманіття та підвищення стійкості екосистем.

Важливо врахувати той чинник, що лісівники застосовують саме ті методи господарювання, котрі забезпечують відновлення лісів, а також сприяють збереженню біорізноманіття та захисту ґрунтових і водних ресурсів. Сюди може входити вибіркова рубка, посадка дерев, запобігання пожежам і боротьба з шкідниками. Примітним є те, що Україна розробляє та впроваджує політику, котра інтегрує лісове господарство в стратегії країни пом'якшення зміни клімату, включаючи використання лісів як поглиначів вуглецю.

Як відомо на території України ліси розміщені дуже нерівномірно, що є результатом кліматичних умов і впливу популяцій протягом тривалого часу. Слід врахувати те, що найбільші ділянки зосереджені в північній і західній частинах країни, в змішаних лісах і в Карпатах. Зокрема, хвойні ліси, у тому числі сосна звичайна, ялина і ялиця займають 42% лісових площ [1].

Потрібно взяти до уваги те, що листяні породи дерев, котрі також ще називають широколистяними, в основному включають в свій перелік дуб європейський і бук звичайний, котрі займають 43% лісів. При цьому 15% від загальної площі лісу складають широколистяні і м'які породи з кущами. Інші породи, а саме це є граб, ясен, осика, клен, береза мають подвійне використання: як виробник деревини та видобуток соку для збуту.

Слід зауважити те, що за формою власності ліси в Україні є переважно державною власністю: 66% лісового фонду знаходиться у розпорядженні

Держкомлісгоспу, 26% – Мінагрополітики, 2% – Міністерства оборони. Іншою частиною фонду керують 50 інших міністерств та відомств. А приватні ліси займають менше 1%.

Доцільно вказати на той вагомий чинник, що 87% усієї площі національних лісів перебувають у державній власності. З них Державне агентство лісових ресурсів відповідає за 7,6 мільйона гектарів, що відповідає 73% від загальної площі лісів. Міністерство освіти і науки, Міністерство оборони, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, Міністерство інфраструктури України та інші органи державної влади відповідають за 7% державних лісів. Варто врахувати те, що майже 7,5% лісових земель державної власності не належать жодному конкретному лісокористувачу. У комунальній власності перебуває 12,5% загальної площі лісів, а у приватній власності менше 0,1% лісів. Загальновідомо, що Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України виконує нормотворчу функцію та в той же час несе відповідальність за підготовку офіційних документів. Важливо вказати те, що екологічна інспекція України виконує контрольну функцію в усіх українських лісах.

Слід наголосити на тому, що згідно з останніми уявленнями, основна роль українських лісів – це тенденція до більшого використання в рекреаційних і природоохоронних цілях; роль експлуатації вже обмежується. 14% лісового покриття України становлять національні парки [2].

Таким чином, у цьому аспекті ліси поділяються на дві великі групи. Відповідно перша група має захисне значення, а друга виробниче призначення. Слід вказати на те, що друга група включає в себе управління колодами і обмежується сталим управлінням за допомогою ротаційних ділянок, хоча в першій групі також можна враховувати стійку експлуатацію, але з більшими змінами ротації. Минулого року лісова галузь України стикалася зі змішаним ландшафтом із значними викликами та можливостями для сталого розвитку.

На рис.1 зображено лісистість України у розрізі адміністративно-територіальних одиниць, у %.



Рис.1 Лісистість України у розрізі адміністративно-територіальних одиниць, у % [3].

Ліси займають приблизно 15,9% території України, що еквівалентно  $\approx$  10,4 млн. га. Відповідно ці ліси в основному поширені в Карпатах, на Поліссі та частині лісостепової зони. До основних видів лісів України належать хвойні ліси – переважно соснові та ялинові ліси поширені в Карпатах і на Поліссі; широколистяні ліси – до них відносяться дубові, букові та грабові ліси, які поширені в західних і центральних областях країни; змішані ліси: поєднання хвойних і широколистяних дерев, ці ліси мають вирішальне значення для біорізноманіття та захисту ґрунту.

Треба взяти до уваги те, що однією з найсерйозніших проблем українського лісового господарства є вирубка лісів. Це не лише впливає на біорізноманіття та клімат, а ще й призводить до деградації ґрунту та втрати екосистемних послуг. Відповідно зі зміною клімату лісові пожежі стали дедалі більшою загрозою. Більш тривалі пожежонебезпечні сезони та брак ресурсів для боротьби з пожежами поставили під загрозу великі площі лісів. Вирубка лісів на схилах та інтенсивне сільське господарство призвели до значних проблем ерозії ґрунтів, особливо в Карпатах, де зсуви є поширеними.

Загальновідомо, що Лісовий кодекс України це основна правова база, що регулює управління лісами в Україні. Він встановлює стандарти використання, охорони та відновлення лісів, визначає обов'язки державних органів та інших зацікавлених сторін. Хоча існують суворі закони щодо захисту лісів, їх дотримання є складним через корупцію, брак ресурсів і неефективність правоохоронних органів. На сьогодні дуже важливим є стале управління лісами. Україна запровадила програми лісовідновлення для протидії вирубці лісів. Однак ефективність і масштаби цих ініціатив відрізняються, і для відновлення деградованих територій потрібні більші зусилля. Сучасне лісове господарство в Україні впроваджує такі технології, як дистанційне зондування, геоінформаційні системи і безпілотні літальні апарати з тією метою аби сприяти покращенню лісового планування та моніторингу [4].

Необхідно зауважити те, що Україна визначила кілька природоохоронних територій, включаючи національні парки та природні заповідники для того аби зберегти своє біорізноманіття. Відповідно ці території мають вирішальне значення для захисту видів, котрі знаходяться під загрозою зникнення, і збереження унікальних екосистем. В даній сфері важливими є Програми збереження, котрі спрямовані на відновлення деградованих середовищ існування, захист видів, котрі знаходяться під загрозою зникнення та сприяння управлінню лісами, сумісним із збереженням біорізноманіття.

Потрібно наголосити на тому вагомому чиннику, що ліси України відіграють дуже важливу роль у вловлюванні вуглецю, допомагаючи пом'якшити наслідки зміни клімату. Стале управління лісами має вирішальне значення для підтримки та збільшення цієї спроможності. Окрім цього варто зазначити те, що лісове господарство в Україні адаптує свою практику для подолання наслідків зміни клімату, наприклад, вибір більш стійких порід дерев і підвищення стійкості лісових екосистем. Потрібно зауважити те, що в останні

роки зростає увага до громадського та соціального лісового господарства з програмами, котрі сприяють участі місцевих громад в управлінні лісами. А це не тільки сприяє збереженню лісів, але й покращує рівень життя кожного населеного пункту. Важливо врахувати те, що участь місцевих громад в управлінні лісами має життєво важливе значення для забезпечення того, щоб вигоди від управління лісами розподілялися рівномірно та аби дана практика відповідала культурі.

Вагомим чинником є соціальне лісівництво. Слід вказати на те, що програми соціального лісівництва в свою чергу спрямовані на підвищення рівня доходів у сільських громадах шляхом сталого управління лісами, включаючи розвиток екотуризму та виробництва недеревних лісових продуктів.

Виробництво деревини є важливою частиною лісового сектору в Україні, але воно має бути збалансоване з необхідністю збереження лісових ресурсів. Важливо мати на увазі те, що стійкі та сертифіковані лісозаготівлі є ключовим підходом до того аби виробництво деревини не погіршувало ліси.

Щодо недеревних лісових продуктів, то все більше визнається економічна цінність даних продуктів, до котрих належать гриби, ягоди, лікарські рослини та смоли. Стале використання цих продуктів все більше стає частиною сучасного управління лісами. Доцільно звертати увагу на майбутні виклики та можливості. Як відомо реформування та модернізації лісового сектору є надзвичайно важливою. Відповідно це включає підвищення прозорості, боротьбу з корупцією та збільшення інвестицій у технології та освіту [5].

Необхідно відзначити той чинник, що Україна все більше залучається до міжнародного співробітництва з метою покращення практики свого лісового господарства, включаючи участь у глобальних ініціативах щодо збереження лісів та пом'якшення наслідків зміни клімату. Лісове господарство в Україні перебуває в критичній точці та стикається зі значними проблемами, але також має можливості для вдосконалення та модернізації практики управління лісами. Зосереджуючись на стійкості, відновленні деградованих територій, а також впровадженні нових технологій Україна може краще захистити свої лісові ресурси та їх використовувати, гарантуючи те, що вони продовжуватимуть надалі приносити екологічні, економічні та соціальні переваги майбутнім поколінням. Враховуючи те, що Україна на даний час рухається до більш стійкого та ефективного управління своїми лісовими ресурсами, основна мета галузі лісового господарства полягає в тому аби сприяти захисту навколишнього середовища, економічному розвитку, а також соціальному добробуті. Важливо зауважити те, що стан лісового господарства України в сучасних умовах відзначається поєднанням значних викликів і зусиль, спрямованих на сталість. На дану ситуацію впливає кілька факторів, зокрема повномасштабна війна в Україні, тиск на лісові ресурси та необхідність модернізації методів управління лісами. Необхідно врахувати те, що зміна клімату впливає на ліси України, викликаючи такі явища, як тривалі посухи, частіші лісові пожежі та поширення лісових шкідників. Беззаперечним є той факт, що ці зміни в свою чергу створюють додатковий тиск на лісові

екосистеми і вимагають адаптивної реакції в управлінні лісами. На даний час Україна починає інтегрувати стратегії адаптації до зміни клімату в своє лісове планування, включаючи вибір більш стійких порід і впровадження методів управління лісами, котрі можуть сприяти пом'якшенню наслідків зміни клімату.

В Україні існують ініціативи з відновлення лісів, котрими керують уряд і неурядові організації. Відповідно ці ініціативи спрямовані на відновлення деградованих територій, збільшення лісового покриву та покращення здоров'я екосистеми. Однак лісовідновлення стикається з такими вагомими проблемами, як відсутність належного фінансування, конкуренція за землекористування та необхідність забезпечити відповідність висаджених видів місцевому клімату та умовам.

Слід вказати на те, що в Україні вживаються зусилля щодо реформування лісової галузі, а також підвищення стійкості та впровадження передових технологій для управління лісами. Зосереджуючись на відновленні, збереженні та модернізації, Україна має можливість значно покращити належний стан та управління своїми лісами в найближчі роки.

Відтак лісова промисловість є важливою галуззю української економіки, котра забезпечує робочі місця та генерує дохід як на місцевому рівні, так і через експорт. Хоча прямий внесок у валовий внутрішній продукт України може не бути домінуючим, проте цей сектор має значне значення в сільських і гірських регіонах.

Не секрет, що Україна є великим експортером деревини, зокрема до Європейського Союзу та інших міжнародних ринків. Доцільно зазначити те, що українська лісова продукція включає круглий ліс, пиломатеріали, фанеру, папір та інші вироби з деревини.

Потрібно наголосити на тому вагомому чиннику, що незаконна вирубка залишається серйозною проблемою в Україні. Необхідно мати на увазі, що така практика завдає шкоди не лише екосистемам, але й офіційній економіці, відволікаючи ресурси, котрі мають генерувати податкові надходження. У поточному році боротьба з незаконними рубками є пріоритетом із зусиллями для сприяння того, щоб покращився нагляд та правозастосування [6].

Варто вказати на те, що повномасштабне вторгнення росії в Україну значно вплинуло також і на галузь лісового господарства, особливо з точки зору доступу до ресурсів, знищення лісів і питань безпеки. Крім того, постраждалі території потребують тривалого екологічного відновлення.

Треба врахувати той факт, що корупція в лісовому секторі є постійною проблемою, котра впливає на стале управління та використання ресурсів. Реформи управління лісами мають важливе значення для підвищення прозорості та сталості.

У 2023 році спостерігається підвищений інтерес до лісової сертифікації, наприклад, лісової опікунської ради. Ця сертифікація гарантує, що вироби з деревини походять із екологічно керованих лісів, що може покращити доступ до вимогливих міжнародних ринків.

На даний час триває впровадження практик сталого управління лісами, зосереджених на збереженні біорізноманіття, захисті ґрунту та води та підтримці екосистемних послуг. Лісовідновлення та відновлення деградованих територій є ключовими компонентами цих практик.

Під час повномасштабної війни багато процесів в Україні залишилися непомітними для громадськості. Одним із таких напрямків є лісова політика. Сьогодні по всій країні відбувається нестійке управління лісами. Загалом кількість лісів зменшується, обсяги рубок збільшуються, процедури ведення рубок значно послаблюються. Це є суттєва проблема для країни, і її потрібно вирішувати під час війни.

Дуже важливо зазначити той чинник, що як і більшість країн світу Україна мала достатню частку викликів у лісовому господарстві навіть до 24 лютого 202 року. До цього періоду було дві основні загрози. Перша загроза це є деградація лісів через нераціональне лісове господарство. Треба врахувати те, що кожного року Україна втрачає природні ліси, котрі пізніше замінюються штучними насадженнями, вразливими до зміни клімату та бідними щодо біорізноманіття. Причина цього полягає в тому, що сьогодні застарілі підходи до ведення лісового господарства, котрі засновані на радянській практиці «опанування природи». Проблема ще більше загострюється незаконною вирубкою лісів самими лісівниками. Друга загроза це є вирубка лісів. Слід врахувати те, що точних оцінок щорічних непоправних втрат лісів немає, але такі втрати відбуваються постійно. В умовах сьогодення ліси незаконно приватизовані під забудову. Через ліси проходять дороги, газопроводи, а також лінії електропередач. Як відомо природно вкриті лісом сільськогосподарські угіддя викорчовуються з тією метою, щоб розчистити землі для сільського господарства. Кожного разу знаходить унікальну причину, але з кожним роком лісів в Україні стає все менше.

За останні кілька років Верховна Рада України та ключові посадовці зробили багато для того, щоб спростити лісозаготівлю з правової точки зору. Наприклад, обрані депутати змінили закон аби скасувати сезонні заборони на вирубку в заповідних та інших лісах у період з 1 квітня по 15 червня, коли відбувається розмноження багатьох видів. І це незважаючи на те, що природоохоронний регламент був запроваджений зовсім нещодавно на виконання вимог Бернської конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі та представлений як важливе досягнення на шляху інтеграції України до європейського права [7].

Потрібно взяти до уваги те, що майбутнє лісового господарства в Україні залежить від здатності країни впроваджувати стійкі практики, відновлювати деградовані території та боротися з незаконною діяльністю. Попит на сталу лісову продукцію на міжнародних ринках також спонукатиме до впровадження передового досвіду. Вважається раціональним постійне впровадження технологій та інновацій у лісове господарство буде мати вирішальне значення для підвищення ефективності, зменшення впливу на навколишнє середовище та забезпечення довгострокової стійкості.



**Висновок.** Отже, можна стверджувати про те, що лісове господарство України є життєво важливою галуззю, котра має вагоме екологічне, економічне та соціальне значення. Та все ж дана галузь стикається з такими проблемами, як незаконна вирубка лісів та наслідки зміни клімату. Вирішення цих проблем в свою чергу вимагає відданості сталому управлінню лісами, ефективного законодавства, участі громади та інтеграції інноваційних технологій. Віддаючи пріоритет збереженню та відповідальному використанню лісових ресурсів, уряд нашої країни, фахівці лісового господарства та громадяни можуть забезпечити те аби наші ліси й надалі приносили важливі переваги майбутнім поколінням.

Шляхом ретельного планування, збереження, лісовідновлення та освіти лісове господарство прагне збалансувати виробництво лісових ресурсів із захистом навколишнього середовища та добробутом суспільства.

### **Список використаної літератури**

1. Анісімова С.В., Оковита Я.С. Еколого-економічна оцінка екосистемних послуг лісу на прикладі ДП "Вовчанське лісове господарство". Вісник ХНАДУ, 2022. Вип. 97. С. 114–121.
2. Огляд підходів з оцінки екосистемних послуг через призму їх застосування для визначення збитків, завданих військовими діями рф на території України / за. заг. ред. О. Кравченко. Львів : Манускрипт. 2022. 56 с.
3. Данькевич С.М. Потенціал розвитку екосистемних послуг лісів України як фінансового інструменту забезпечення збалансованого землекористування. Агросвіт, 2021. № 11. С. 45–56.
4. Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи: зб. Матеріалів Міжнародної науково-практичної конф. / Держ. Біотехнол. ун-т. Харків, 2023. – 196 с.
5. Когуць В.О., Романенко О.О. застосування лісової типології у практичній діяльності лісгосподарських підприємств. Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття: Збірник наук. праць. Житомир: Поліський націонал. університет, 2022. С.19-20.
6. Природо-орієнтовані рішення водному, лісовому та аграрному секторах для відновлення України у повоєнний період та подальшого сталого розвитку з урахуванням зміни клімату. Збірник матеріалів проєкту INSURE. – Київ, 2022. 88 с.
7. Хрик В. М., Кімейчук І. В. Лісівництво: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 205 "Лісове господарство". Біла Церква, 2021. 444 с.

**Софія СУШКО<sup>60</sup>,**  
студентка 3-го курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА АДАПТАЦІЮ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН ПІСЛЯ ІНТРОДУКЦІЇ**

***Анотація.** Стаття аналізує чинники, що впливають на адаптацію декоративних рослин після їх інтродукції в нові умови. Розглядаються як біотичні (взаємодія з місцевими видами, шкідники), так і абіотичні чинники (клімат, ґрунт). Оцінюється роль адаптивних властивостей рослин, таких як стійкість до стресів. Пропонуються рекомендації для садівників і ландшафтних дизайнерів щодо вибору і адаптації рослин для різних умов.*

***Ключові слова:** адаптація рослин, інтродукція, екологічні умови, ландшафтний дизайн, декоративні рослини.*

***Abstract.** The article analyzes the factors influencing the adaptation of ornamental plants after their introduction to new conditions. Both biotic (interaction with local species, pests) and abiotic factors (climate, soil) are considered. The role of adaptive properties of plants, such as stress resistance, is evaluated. Recommendations are offered for gardeners and landscape designers regarding the selection and adaptation of plants for different conditions.*

***Key words:** adaptation of plants, introduction, environmental conditions, landscape design, decorative plants.*

***Вступ.** Інтродукція декоративних рослин в нові екологічні умови є важливим аспектом сучасного ландшафтного дизайну. Успішна адаптація таких рослин визначає не лише їхню декоративну цінність, але й загальний екологічний баланс нових середовищ. Однак цей процес часто супроводжується численними труднощами, оскільки рослини повинні адаптуватися до нових біотичних і абіотичних умов. Біотичні чинники, такі як конкуренція з місцевими видами, взаємодія з запилювачами та можливі шкідники, можуть суттєво вплинути на процес акліматизації. Абіотичні чинники, зокрема кліматичні умови (температура, вологість, освітленість) та характеристики ґрунту (рН, водопроникність), також грають критичну роль у визначенні успіху інтродукції. Розуміння цих факторів є ключовим для створення ефективних стратегій адаптації, які можуть забезпечити тривалий і здоровий ріст декоративних рослин.*

*У цьому контексті, дослідження, присвячені механізмам адаптації рослин, є важливими для оптимізації їх використання у ландшафтному дизайні.*

---

<sup>60</sup>Науковий керівник: Антоніна Піддубна доктор філософії з агрономії, асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства

**Виклад основного матеріалу.** Конкуренція між декоративними рослинами та місцевими видами є важливим фактором, який може суттєво вплинути на успішність інтродукції нових видів. Декоративні рослини, інтегровані в нові екологічні системи, можуть конкурувати з автохтонними видами за важливі ресурси, такі як вода, світло і поживні речовини. Це може призвести до зміни екологічного балансу та вплинути на ріст і розвиток як нових, так і місцевих рослин.

У районах з обмеженим водозабезпеченням конкуренція за вологу може бути особливо інтенсивною. Декоративні рослини, які мають високу потребу в воді, можуть знижувати доступність цього ресурсу для місцевих видів. Наприклад, Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*), інтродукована в Україні, може конкурувати за воду з місцевими трав'янистими рослинами в зонах з недостатньою вологістю. Декоративні рослини з великою висотою або густим листям можуть затінювати місцеві види, знижуючи їх доступ до світла. Гіацинт польовий (*Hyacinthus orientalis*), який інтродуковано для декоративних цілей, може заважати ріст низькорослих місцевих трав, блокуючи сонячне світло. Декоративні рослини можуть поглинати більшу кількість поживних речовин з ґрунту, що може негативно вплинути на місцеві рослини, які мають менші потреби або повільніший ріст. Декоративні рослини можуть поглинати більшу кількість поживних речовин з ґрунту, що може негативно вплинути на місцеві рослини, які мають менші потреби або повільніший ріст. Лаванда справжня (*Lavandula angustifolia*), яка часто використовується в садівництві, може конкурувати за поживні речовини з місцевими травами та кущами[2].

Конкуренція за ресурси може призвести до того, що місцеві види будуть витіснені або їх ріст і розмноження будуть стримані. Це може спричинити зменшення біорізноманіття, зміну структури рослинності та вплинути на загальний екологічний баланс. Щоб зменшити негативний вплив, важливо проводити ретельний моніторинг та, при необхідності, регулювати чисельність інтродукованих видів або використовувати їх в умовах, де їхній вплив на місцеву флору буде мінімальним.

Запилювачі, зокрема бджоли, метелики та інші комахи, відіграють критичну роль у процесі розмноження рослин. Вони забезпечують перенесення пилку з чоловічих частин квітки на жіночі, що є необхідним для утворення насіння. Неправильний вибір виду рослин або зміна в доступності запилювачів може значно обмежити успішність репродукції інтродукованих декоративних рослин. Запилювачі не лише збільшують ймовірність перехресного запилення, яке підвищує генетичну різноманітність рослин, але й забезпечують ефективність запилення. Без їхньої участі багато рослин не здатні успішно розмножуватися, оскільки їхні квіти можуть не отримати достатню кількість пилку або не запилюватися взагалі.

Інтродуковані декоративні рослини можуть мати специфічні вимоги до запилювачів, які не завжди відповідають доступним запилювачам у новому середовищі. Якщо ці рослини не мають належних запилювачів, їх репродукція може бути сильно обмежена. Деякі декоративні рослини потребують

специфічних запилювачів для ефективного запилення. Наприклад, дзвіночки (*Campanula spp.*) можуть потребувати певних видів бджіл, щоб забезпечити належне запилення. Якщо в новому середовищі немає відповідних бджіл, ці рослини можуть мати проблеми з розмноженням. Зміни в середовищі, такі як використання пестицидів або втрата природних місць існування запилювачів, можуть зменшити їх чисельність або різноманіття. Флокс (*Phlox paniculata*) може постраждати від зменшення чисельності метеликів, які є його основними запилювачами, без достатньої їх кількості виникають проблеми з запиленням і, як наслідок, з формуванням насіння.

Інтродукція декоративних рослин в нові екологічні умови може створити сприятливе середовище для появи нових шкідників або патогенів, які можуть загрожувати здоров'ю цих рослин. Нові умови можуть вплинути на баланс природних екосистем, на якому базуються місцеві види шкідників і хвороб, і сприяти розвитку нових загроз для рослин, що були введені. Коли декоративні рослини вперше з'являються в нових умовах, вони можуть не мати природних ворогів, які могли б контролювати чисельність потенційних шкідників. Це може призвести до епідемій хвороб або до зростання чисельності шкідників, які раніше не мали впливу на місцеві види. Наприклад, деякі інтродуковані види можуть стати ідеальними господарями для патогенів або паразитів, які раніше не мали доступу до таких рослин. Відсутність природних ворогів або конкурентів може дозволити цим шкідникам розмножуватися без стримування [3].

Зокрема, інтродуковані рослини можуть бути уразливими до специфічних шкідників, які не зустрічалися в їхніх рідних ареалах. Це може статися, коли шкідники з інших регіонів, де ці рослини не зустрічалися, знаходять нові умови для своєї життєдіяльності. Хвороби, що вражають інтродуковані рослини, можуть включати грибкові, бактеріальні або вірусні інфекції. Нові види рослин можуть бути більш чутливими до певних патогенів через відсутність адаптованого механізму захисту або через відсутність природного імунітету до нових інфекцій. Наприклад, рослини, що мають високі вимоги до вологості, можуть стати особливо вразливими до грибкових захворювань, таких як борошниста роса або іржа, які процвітають в умовах підвищеної вологості.

Для забезпечення успішної інтеграції декоративних рослин в нові умови важливо провести ретельну оцінку потенційних ризиків, пов'язаних із шкідниками та хворобами. Це включає моніторинг здоров'я рослин, регулярні перевірки на наявність шкідників та ознак хвороб, а також проведення відповідних заходів для контролю і лікування в разі виявлення проблем. Важливо також розробити стратегії для управління і контролю за потенційними загрозами, такі як використання природних ворогів шкідників, розробка біологічних засобів контролю або застосування екологічно чистих пестицидів.

Кліматичні умови є критичним чинником, що впливає на успішну адаптацію декоративних рослин до нових екологічних умов. Рівень вологості та освітленість можуть суттєво впливати на ріст, розвиток і загальний стан рослин. Неправильний вибір рослин для певних кліматичних умов або несприятливі зміни в кліматі можуть стати причинами серйозних проблем для

декоративного садівництва. Температурні коливання можуть бути особливо складними для рослин, які не є адаптованими до певних температурних режимів. Наприклад, багато декоративних рослин, які походять з тропічних або субтропічних регіонів, можуть бути вразливими до холодних зимових температур в помірних зонах. Рівень вологи також має значний вплив на адаптацію рослин. Рослини, які є чутливими до надмірної вологості або сухих умов, можуть мати проблеми з виживанням, якщо їх нове середовище має інші умови вологості, ніж ті, до яких вони звикли. Наприклад, сукуленти які є витривалими до посухи, можуть бути пошкоджені у вологих умовах, де є ризик розвитку грибкових хвороб або гниття коренів. Водночас рослини, що потребують високої вологості, можуть страждати в посушливих умовах, де нестача води обмежує їх ріст і розвиток. Освітленість є ще одним важливим аспектом, що впливає на адаптацію декоративних рослин. Рослини, що мають високу потребу в сонячному світлі, можуть не розвиватися належним чином в умовах недостатньої освітленості. На противагу, рослини, які адаптовані до півтіні або тіні, можуть страждати від надмірного сонячного світла, що може призвести до опіків листя або зменшення декоративності [5].

Характеристики ґрунту, такі як рН, водопроникність і наявність поживних речовин, мають значний вплив на можливість росту і розвитку декоративних рослин. Неправильні умови ґрунту можуть суттєво обмежити здоров'я рослин і їх декоративну цінність.

Кислотність ґрунту є важливим показником, який впливає на доступність поживних речовин для рослин. Для кожного виду рослин існує оптимальний рівень рН, при якому вони можуть ефективно засвоювати необхідні елементи. Наприклад, рододендрон (*Rhododendron spp.*) потребує кислих ґрунтів з рН нижчим за 6,5. Якщо ґрунт має вищий рівень рН, рододендрони можуть страждати від дефіциту заліза, що призведе до хлорозу листя і зниження декоративності. На противагу, лаванда (*Lavandula angustifolia*) для гарного росту та розвитку потребує лужних або нейтральних ґрунтів з рН вище 7.

Водопроникність ґрунту визначає здатність ґрунту вбирати воду і пропускати її з верхніх горизонтів в нижні. Рослини з високими потребами у воді, такі як папороть щитолиста (*Dryopteris filix-mas*), можуть страждати в умовах поганої водопроникності ґрунту, що призводить до застою води і кореневого гниття. У той же час, сукуленти потребують ґрунти з хорошою водопроникністю, оскільки надлишок води може викликати гниття коренів та інші проблеми. Важливо забезпечити оптимальну водопроникність для кожного типу рослин для запобігання проблемам з кореневою системою.

Наявність поживних речовин у ґрунті також важлива для здоров'я рослин. Багато декоративних рослин потребують певних рівнів макро- і мікроелементів для нормального росту. Гортензія (*Hydrangea spp.*) є прикладом рослини, яка вимагає поживного ґрунту та багатого органічними речовинами, для досягнення максимального цвітіння і декоративного ефекту. Недостатня кількість головних елементів, таких як азот, фосфор і калій, може призвести до поганого росту і низької декоративності. Фуксія (*Fuchsia spp.*) також потребує

родючого ґрунту з достатньою кількістю поживних речовин для підтримки свого кольорового цвітіння та гарного росту і розвитку [6].

Стійкість до стресів є критично важливою характеристикою, що визначає здатність рослин виживати і розвиватися в умовах, які відрізняються від їх рідного середовища. Різні екологічні стреси, такі як посуха, надмірна вологість, екстремальні температури або інші несприятливі умови, можуть суттєво вплинути на здоров'я і продуктивність рослин. Рівень стійкості рослин до цих стресів визначає їх здатність адаптуватися та виживати в нових умовах.

Посуха є однією з найбільш поширених форм екологічного стресу. Рослини, які мають високу стійкість до посухи, здатні витримувати тривалі періоди без достатньої кількості води. Наприклад, сукуленти такі як алоє (*Aloe vera*), мають спеціалізовані адаптації, які дозволяють їм зберігати воду в м'ясистих листях і зменшувати втрату води через транспірацію. Їх коренева система часто розвивається поверхнево, що дозволяє ефективно поглинати вологу. У протилежному випадку, рослини, що не адаптовані до посухи, можуть швидко відчувати стрес, що призведе до зменшення росту, жовтіючого листя і навіть загибелі. Стійкість до стресів також включає здатність рослин до адаптації після стресових подій. Рослини, які можуть швидко відновлюватися після екологічних стресів, здатні краще виживати в нових для себе умовах. Наприклад, флокс (*Phlox spp.*) може швидко відновлюватися після сухих періодів завдяки своїм гнучким механізмам регенерації і здатності до тривалого зберігання води в кореневій системі.

Методи регенерації є ключовими для тривалої адаптації рослин до екологічних стресів і змін у середовищі. Вони включають різноманітні способи відновлення, такі як утворення нових коренів або пагонів, які дозволяють рослинам відновлюватися після негативних впливів і забезпечувати своє виживання та подальший розвиток [4].

Один з основних механізмів регенерації — це утворення нових коренів. Багато рослин здатні формувати нові корені, щоб компенсувати пошкодження або втрату старих коренів. Це особливо важливо для рослин, які зазнали стресу через посуху або пошкодження кореневої системи. Наприклад, фікус (*Ficus spp.*), який часто вирощується як кімнатна рослина, може відновлюватися після пересихання ґрунту або пошкодження коренів завдяки здатності формувати нові корені з гілок, які контактують із ґрунтом. Ця адаптація дозволяє рослині відновити нормальний водний баланс і забезпечити життєздатність.

Інший важливий метод регенерації — це утворення нових пагонів або стебел. Рослини, які зазнали пошкодження або стресу, можуть активно розвивати нові пагони з кореневищ або з залишків стебел, що дозволяє їм швидко відновлюватися і відновлювати свою біомасу. Мелісса лікарська (*Melissa officinalis*), наприклад, здатна швидко відновлюватися і нарощувати нові пагони після пошкодження рослинної частини [1]. Ця здатність забезпечує її довготривалу декоративність і використання як лікарської рослини. Окрім коренів і пагонів, багато рослин здатні до регенерації через вегетативне розмноження. Наприклад, папороть (*Pteridophyta*) може утворювати нові

рослини з старих частин листя або стебел. Ця особливість дозволяє їм швидко відновлюватися після стресових ситуацій, таких як сильні вітри або порушення середовища. Подібним чином, м'ята (*Mentha spp.*) може розмножуватися через розподіл кореневищ, що дозволяє їй швидко відновлюватися після зрізання або інших пошкоджень.

Деякі рослини мають здатність до швидкої генерації нових квіткових бутонів або листя після періодів стресу. Седум (*Sedum spp.*), наприклад, може швидко відновлюватися і формувати нові листя після сильних засух або пошкоджень, завдяки своєму ефективному механізму зберігання води і швидкому росту нових частин.

Регулярний моніторинг стану рослин і ретельний аналіз їх адаптаційних характеристик є ключовими для забезпечення здоров'я рослин і їх успішного розвитку в нових умовах. Ці процеси дозволяють своєчасно виявляти потенційні проблеми і вжити необхідних коригувальних заходів для оптимізації умов вирощування. Моніторинг стану рослин включає регулярні перевірки їх зовнішнього вигляду, росту, розвитку і загального стану. Це може включати спостереження за кольором листя, станом стебел, наявністю ознак шкідників або хвороб, а також вимірювання зростання рослин і їх фізіологічних показників. Своєчасне виявлення змін, таких як жовтіння листя або уповільнений ріст, може сигналізувати про проблеми, такі як дефіцит поживних речовин, проблеми з поливом або шкідники.

Аналіз адаптаційних характеристик рослин передбачає оцінку їх реакції на різні екологічні умови і стреси. Це може включати оцінку стійкості до посухи, надмірної вологості, температурних коливань та інших факторів. Наприклад, якщо рослина демонструє ознаки стресу в умовах високої температури, це може вказувати на потребу у додатковому поливі або зміні місця розташування для забезпечення часткового затінення. Аналіз може також включати вивчення рівня адаптації рослин до специфічних умов ґрунту, таких як рН або водопроникність, і коригування умов для оптимізації їх росту і розвитку. Однією з важливих складових моніторингу є також оцінка ефективності впроваджених коригувальних заходів. Наприклад, якщо рослина реагує на внесення добрив або корекцію водопостачання, важливо перевірити, чи відбулися позитивні зміни в її розвитку. Аналіз даних з моніторингу дозволяє визначити, чи були проведені заходи ефективними, і в разі потреби внести додаткові корективи.

**Висновки.** Адаптація декоративних рослин після інтродукції є складним процесом, що залежить від багатьох факторів. Кліматичні умови, такі як температура, вологість і освітленість, можуть суттєво впливати на їх ріст і розвиток. Характеристики ґрунту, зокрема рН, водопроникність і поживні речовини, також грають ключову роль. Конкуренція з місцевими видами може зменшити шанси нових рослин на успішний ріст, а недостатня взаємодія з запилювачами обмежує їх репродукцію. Шкідники і хвороби, що з'являються в нових умовах, можуть негативно вплинути на здоров'я рослин. Стійкість до екологічних стресів, таких як посуха або надмірна вологість, визначає здатність

рослин виживати. Регулярний моніторинг і аналіз стану рослин дозволяють вчасно виявляти проблеми і коригувати умови вирощування.

### Список використаної літератури

1. Гордієнко М.І., Гузь М.М., Дебринюк Ю.М., Маурер В.М. Лісові культури. Львів: Камула, 2005. 608 с.
2. Кохно М.А., Кузнецов С.І. Методичні рекомендації щодо добору дерев та кущів для інтродукції в Україні. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 48 с.
3. Рахметов Д. Б. Інтродукція нових корисних рослин в Україні: монографія. Київ: Ліра-К, 2020. 338 с.
4. Рахметов Д. Б. та ін. Адаптація інтродукованих рослин в Україні: монографія. Київ: Фітосоціоцентр, 2017. 516 с.
5. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні: монографія. Київ: «Аграр Медіа Груп», 2011. 398 с.
6. Сікура Й.Й., Капустян В.В. Інтродукція рослин (її значення для розвитку цивілізацій, ботанічної науки та збереження різноманіття рослинного світу): навчальний посібник. Київ: Фітосоціоцентр, 2003. 280 с.

**Ангеліна ТВЕРДОХЛІБ<sup>61</sup>,**  
студентка 3-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA*)

***Анотація.** У даній статті розглянуто особливості вирощування лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia*), ботанічні особливості цієї рослини, включаючи оптимальні умови для її росту. Описано різні способи розмноження, такі як посів насіння, живцювання та поділ куща. Розглянуто техніки стрижки для підтримання здоров'я і форми кущів. Надаються рекомендації щодо боротьби з поширеними шкідниками і хворобами, щоб забезпечити тривале здоров'я та продуктивність лаванди.*

***Ключові слова:** способи розмноження, стрижка, шкідники і хвороби*

***Annotation.** This article explores the cultivation of narrow-leaved lavender (*Lavandula angustifolia*), including the plant's botanical features and optimal growing conditions. It describes various propagation methods, such as seed sowing, cuttings, and division of the bush. The article also covers pruning techniques to*

---

<sup>61</sup>Науковий керівник: Циганська О.І., канд. с.-г. н., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства



*maintain the health and shape of the plants. Recommendations are provided for dealing with common pests and diseases to ensure the long-term health and productivity of lavender.*

**Keywords:** *propagation methods, pruning, pests and diseases.*

**Вступ.** Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia*), є однією з найбільш популярних рослин серед садівників і квітникарів у всьому світі. Ця чарівна багаторічна рослина з ніжними фіолетовими квітками та приємним ароматом використовується як декоративна культура в ландшафтному дизайні, а також має численні лікувальні властивості, що робить її незамінною в ароматерапії та медицині. З давніх часів лаванда була символом краси та свіжості. Проте, для того щоб насолоджуватися всіма перевагами цієї рослини, необхідно знати особливості її розмноження та вирощування.

**Виклад основного матеріалу.** Назва лаванди походить від латинського слова "lavo", що означає «мити», оскільки це було її початковим призначенням. Вузьколиста лаванда (*Lavandula angustifolia*) – це трав'яниста багаторічна рослина, яка влітку, з червня по серпень, утворює запашні рожево-фіолетові квіти. Її стебла мають квадратну форму і підтримують тонке листя з приємним ароматом, яке має сіро-зелений колір. Ці кущисті рослини можуть виростати до 45 см у висоту і вкриті м'якими волосками. Листя довге і тонке, закінчується загостренням. Суцвіття колосоподібні і формують скупчення з 6-10 трубчастих квіток. Чашечка п'ятизубчаста, а молоде листя біле, яке з часом переходить у зелений колір, росте супротивно. Різні види лаванди можна охарактеризувати їх приквітками, причому у *Lavandula angustifolia* приквітки мають овально-ромбоподібну форму і відсутні приквітнички, або ж вони присутні розміром до 2,5 мм.

Середовище зростання:

*Lavandula angustifolia* найкраще росте на повному сонці з добре дренованим, лужним ґрунтом і за умов від сухого до середнього рівня вологості, оскільки надмірна вологість призводить до загнивання коренів. Ці рослини також віддають перевагу менш органічному субстрату і можуть виживати в різних умовах. *Lavandula angustifolia* цінується за високоякісні ефірні олії, що знаходяться в олійних залозах, але врожаї квітів і олій нижчі, ніж у інших видів, оскільки стебла квітів короткі, а самі квіти невеликі.

Практика вирощування:

*Lavandula angustifolia* є найбільш часто культивованим видом лаванди. Оскільки це багаторічна рослина, *Lavandula angustifolia* може квітнути щороку протягом приблизно десяти років, даючи ефірну олію, але виробляє її менше в перший рік після посадки. Посів лаванди може витримувати нахили і здійснюється з весни до осені, де ріст найкраще досягається в умовах середземноморського клімату. Цей вид зазвичай висаджують довгими рядами для ефективного росту та зручного збирання врожаю, з відстанню між рядами близько 140 см, а між рослинами – близько 33 см. Рослини вирощуються в суглинистому піщаному ґрунті, регулярно удобрюються та зрошуються.

Більшість комерційних виробників використовують ефективно клонування замість вирощування лаванди з насіння [1].

Існує три способи розмноження лаванди: насінням, живцями, поділом куща. 1. Насінням: вибір насіння. Якщо ви плануєте придбати насіння лаванди, важливо робити це лише у надійних фірм і перевірених постачальників. Проте ви також можете самостійно зібрати насіння з повністю розквітлих суцвіть. Для цього слід висушити букетики лаванди, а потім акуратно витрусити з них дрібне ароматне насіння.

Цікаво, що насіння лаванди зберігає свою здатність до проростання досить довго. Його можна використовувати навіть через кілька років, і воно все одно покаже хороші результати, якщо дотримуватись правил вирощування. Важливо лише правильно зберігати насіння: воно має бути в герметично закритих контейнерах.

Підготовка насіння. Перед посадкою насіння лаванди необхідно піддати стратифікації, оскільки без холодної обробки воно не проросте. Цей процес повинен тривати досить довго, щоб забезпечити успішне проростання. Існує два основні методи стратифікації насіння лаванди в залежності від обраного способу посіву та термінів:

1. Штучна стратифікація – насіння витримується в холодних умовах перед посівом.

2. Природна стратифікація – насіння висівають під зиму, щоб воно пройшло період охолодження у ґрунті.

Мінімальний період стратифікації для насіння лаванди становить близько 1,5 місяця (або хоча б 30-40 днів). Більш тривала стратифікація позитивно впливає на кількість сходів та швидкість проростання. Для штучної стратифікації насіння змішують із піском або субстратом, поміщають цю суміш у контейнер, накривають його плівкою чи кришкою та охолоджують протягом 6-8 тижнів при температурі близько 5 градусів Цельсія. Морозити насіння не рекомендується; достатньо розмістити його у холодильнику.

Посів у ґрунт під зиму. Восени, наприкінці жовтня, можна посіяти лаванду під зиму, не заглиблюючи надто насіння в ґрунт. Після посіву грядку слід замульчувати для захисту на зиму. Не варто хвилюватися, якщо лаванда не зійде ранньою весною – перші сходи можуть з'явитися лише у травні або на початку червня, коли нічні температури піднімуться. Посів у ґрунт навесні. У травні, коли вже не буде загрози сильних заморозків, можна висівати насіння, яке пройшло штучну стратифікацію, безпосередньо у ґрунт.

Посів на розсаду. Для вирощування розсади лаванди насіння висівають наприкінці зими – у другій половині лютого або першій половині березня. Лаванду зазвичай сіють у великі ящики, розкладаючи насіння на невеликій відстані одне від одного.

1. Наповніть контейнери ґрунтом і розрівняйте його, не утрамбовуючи.
2. Зволожите верхній шар ґрунту за допомогою пульверизатора.
3. Посійте насіння на відстані 1,5-2 см одне від одного.

4. Присипте насіння тонким шаром ґрунту (2-3 мм), не заглиблюючи надто сильно.

5. Накрийте контейнери склом або плівкою одразу після посіву.

Умови для проростання насіння

Для успішного проростання лаванди потрібно забезпечити два головні фактори:

- Яскраве освітлення.
- Температуру від 15 до 21 градуса Цельсія.

Під час усього періоду до появи сходів важливо підтримувати ґрунт у легкому, але стабільному стані вологості, обережно обприскуючи його вранці та провітрюючи парники. Перезволоження може бути дуже небезпечним, але і без постійної, хоча б легкої вологості, досягти дружніх сходів буде важко. Зазвичай лаванда проростає досить довго: перші сходи можуть з'явитися через два тижні, а дружні сходи – в середньому через місяць [2].

Розмноження лаванди живцями є ще одним популярним методом, який забезпечує генетичну ідентичність нових рослин з материнською. Це дозволяє зберегти такі важливі характеристики, як колір квітів, форма та аромат. Наведено детальні рекомендації по ефективному розмноженню лаванди за допомогою живців.

Переваги розмноження лаванди живцями:

- Живці дозволяють виростити нові рослини, які будуть точними копіями материнської рослини, зберігаючи всі її ознаки та властивості.

- Розмноження лаванди живцями є значно економнішим, ніж купівля нових рослин у магазині.

- Рослини, вирощені з живців, зазвичай швидше приживаються і ростуть, ніж ті, що вирощені з насіння.

Ідеальний час для заготівлі живців лаванди – це пізня весна або початок літа, коли рослина активно росте. У цей період стебла є достатньо гнучкими, що сприяє легшому укоріненню.

Інструменти та матеріали, які вам знадобляться:

- Гострий секатор або ножиці;
- Препарат для укорінення (стимулятори, фітогормони);
- Суміш піску та торфу;
- Невеликі горщики або касети для розсади;
- Поліетиленові пакети;

Покрокова інструкція:

За допомогою гострого секатора зрізати неквітуче стебло довжиною близько 15 см. Обирайте стебла без квіток, оскільки вони спрямовують свою енергію на розвиток кореневої системи, а не на квітнення. Слід уникати використання одерев'янілих стебел, оскільки вони менш придатні для укорінення. Нижні листки видаляються, залишаються лише кілька верхніх пар. Це допомагає зменшити втрату вологи та стимулює ріст коренів.

Зрізаною частиною стебла занурюється в укорінювачпорошок або гель. Це може значно прискорити процес утворення коренів і збільшити шанси на

успішне розмноження. Наповніть невеликі горщики або контейнери для розсади добре дренованою сумішшю, що складається з піску і торфу. Живець заглиблюється в субстрат на 2,5-5 см. Грунт необхідно злегка ущільнити навколо основи живця, щоб забезпечити його стабільне положення.

Важливо розмістити живці в місці з хорошим освітленням, але без прямих сонячних променів, які можуть бути занадто інтенсивними і призвести до їх пересихання. Необхідно підтримувати грунт постійно вологим, але не перенасиченим. Після вкорінення потрібно поступово загартовувати нові рослини до звичайних умов, знімаючи пластикове покриття на довший час кожного дня.

Поділ куща – це ще один дієвий метод розмноження лаванди, який допомагає омолодити старі рослини та збільшити їх кількість. Найкращий час для поділу на початку весни або в кінці осені, коли рослини знаходяться в періоді спокою. Використовується гострий садовий ніж або лопату при поділі куща на кілька частин. Кожна частина повинна мати частину кореневища і декілька пагонів, щоб забезпечити успішне укорінення. Після поділу важливо одразу ж посадити кожен частину куща в заздалегідь підготовлений грунт, дотримуючись правил посадки лаванди. Після посадки важливо забезпечити достатній полив для кращого приживання рослин [4].

Обрізка дорослих і однорічних кущів лаванди є важливою процедурою, яку потрібно виконувати в три етапи: навесні, влітку та восени. Проводити обрізку лаванди навесні можна, коли грунт прогрівається, а температура повітря досягає 10°C. З літературних джерел та нашого досвіду, найкращий час для цього – перша декада квітня. Лаванда зазвичай починає вегетувати після зими досить пізно, тому варто дочекатися появи нових пагонів. Весняна обрізка, як правило, носить санітарний характер: видаляють гілки, що постраждали від морозу, сухі та пошкоджені пагони. Важливо обрізати лаванду приблизно на 3 см вище дерев'яної частини, зберігаючи частину молодих пагонів, оскільки саме з них з'являються нові ростки. Слід уникати радикальної обрізки, щоб не завдати шкоди рослині. Навесні також можна надати кущам лаванди кулеподібну форму, обрізавши гілочки, що виходять за межі загальної форми куща. Якщо кущ постраждав від морозів, слід обрізати всі гілки, залишаючи лише 5 см над землею.

Осіньню обрізку лаванди проводять, щоб підготувати рослину до зими, не допустити розвалювання кущів під вагою снігу. Рекомендується робити обрізку після перших заморозків. При цьому не потрібно кардинально обрізати рослину, достатньо надати кущу форму кульки, видаливши лише зелені пагони і бутони. Варто зазначити, що якщо провести обрізку занадто рано, наприклад у вересні, це може стимулювати ріст нових пагонів, які не встигнуть здерев'яніти до зими і можуть постраждати від морозів [5].

*Lavandula angustifolia* також може уражуватися хворобами та шкідниками, які можуть завдати значної шкоди рослинам. Коренева гниль – це найпоширеніше захворювання лаванди, яке може завдати серйозної шкоди рослині. Ця агресивна хвороба викликається різними патогенами, такими як

*Fusarium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Pythium spp.* і *Rhizoctonia spp.* Найбільш активно захворювання розвивається у вологих, холодних і перезволожених ґрунтах. Перші ознаки кореневої гнилі – в'янення рослини та зміна кольору листя на жовтий або коричневий. Лаванда може виглядати млявою, навіть якщо отримує достатню кількість води. Також може спостерігатися затримка або припинення росту рослини. Уражені корені не можуть нормально поглинати вологу та поживні речовини, що з часом призводить до загибелі рослини.

Основним фактором, що сприяє розвитку хвороби, є надмірне зволоження ґрунту, яке може бути викликане великими обсягами опадів або надмірним поливом. Хоча контролювати погоду неможливо, можна зменшити ризик захворювання, забезпечивши рослині добрий дренаж. Під час посадки варто додати в ґрунт пісок, гравій або торф'яний мох, щоб покращити його структуру і зменшити затримку води. Також рекомендується перекопати ділянку двічі або використати вила для розпушування ґрунту. Уникайте важких глинистих ґрунтів і надмірно щільних компостів, які можуть затримувати вологу та сприяти розвитку гнилі.

*Phomopsis lavandulae* — це грибкове захворювання, яке вражає стебла та гілки лаванди. Симптоми часто можуть не проявлятися відразу і стають помітними тільки через кілька місяців або навіть років. Випадкове в'янення і відмирання пагонів можуть бути ознакою цього захворювання. Грибок розповсюджується через вітер і часто стає проблемою в великих посадках. Навесні молоді пагони можуть раптово почати в'янути, ставати коричневими або покриватися чорними плямами, що вказує на можливу інфекцію. Поширення хвороби викликає потемніння та відмирання гілок, а на корі можуть з'явитися маленькі чорні утворення, з яких розповсюджуються спори. Для запобігання захворювання використовувати тільки сертифіковані здорові рослини. Видаляти хворі рослини і уникати використання живців від заражених рослин також є важливими заходами. Сорти, такі як "Карликова французька" і французька лаванда (*Lavandula dentata*), мають природний імунітет до цього грибка.

Пошкоджені рослини слід обережно викопати і знищити, наприклад, спаливши. Оскільки не існує ефективних спреїв або фунгіцидів для боротьби з *Phomopsis lavandulae*, профілактичні заходи є найбільш надійним способом контролю захворювання.

Найпоширеніші шкідники:

1. Попелиці- маленькі комахи, які живляться соками рослин. Вони можуть бути зеленого, жовтого, чорного або коричневого кольору. Викликають деформацію листя і пагонів, а також можуть переносити віруси.

2. Павутинні кліщі – дуже дрібні кліщі, які утворюють тонкі павутинні оболонки на нижньому боці листя. Призводять до жовтіння та висихання листя, зниження росту рослини.

3. Листові гусениці – личинки метеликів, які поїдають листя лаванди. Наносить значні пошкодження листю, що може ослабити рослину.

4. Щитівки – комахи з твердими щитоподібними покривами, які часто прикріплюються до стебел і листя. Дані шкідники висмоктують сік рослин, що призводить до пожовтіння листя і зниження врожайності [6].

**Висновок.** Отже, розмноження лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia*) є важливим аспектом для успішного вирощування цієї ароматної рослини, яка відзначається своєю витривалістю та декоративними якостями. Кожен з методів розмноження має свої переваги і виклики, і вибір найбільш відповідного способу залежить від ваших цілей та умов вирощування. Щоб забезпечити успішне розмноження і здоровий ріст лаванди, необхідно не лише вибрати відповідний метод розмноження, але і приділяти увагу профілактиці та контролю шкідників і хвороб.

### Список використаної літератури

1. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Рекреаційне садово-паркове господарство. Навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 328 с.

2. Матусяк М. В., Варгатюк О. В. Визначення декоративності та успішності інтродукції видів роду *Forsythia* в умовах біостаціонару ВНАУ. *Вісник УНУС*. 2020. № 2. С. 124-128.

3. Прокопчук В.М., Циганська О.І., Матусяк М.В. Перспектива використання роду *Dahlia* Cav. в умовах Поділля. *Сільське господарство і лісівництво*. 2019. № 12. С. 154-162.

4. Прокопчук В.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Удосконалення елементів вегетативного розмноження самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) методом живцювання в умовах закритого ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №5 (Том 2). С. 17-24.

5. Прокопчук В. М., Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив стимуляторів росту на вкорінення живців самшиту вічнозеленого *Buxus sempervirens* L. в умовах закритого ґрунту. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2018. 28 (7). С. 56-60.

6. Циганська О.І. Ризогенез живців лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia*) та особливості розвитку укорінених рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 23 (4). С. 148-155.

7. Tsyhanska O. Podillya Botanical Garden and Biostationary of Vinnytsia National Agrarian University as an educational, scientific and production base in the practical training of forestry and horticulture specialists. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży. Seria: Zeszyty Naukowe. 2022. № 87. P. 15-21.

8. Prokopchuk V., Pantsyreva H., Tsyhanska O. Biostationary and exposition plot of Vinnytsia national agrarian university as an educational, scientific and manufacturing base in preparation of the landscape gardening specialist. *The scientific heritage*. 2020. Volume 51. P. 8-17.

9. English Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.): Botanical Versatility URL: <https://www.spiritualbotany.com/plant-profiles/english-lavender-lavandula-angustifolia-mill-botanical-versatility/>

10. Як виростити лаванду із насіння URL: <https://horodok.city/cards/173627/yak-virostiti-lavandu-iz-nasinnya>

11. Як розмножити лаванду живцями? Найпростіший спосіб. URL: <https://pomichnyk.info/sad-horod/iak-rozmnozhyty-lavandu-zhyvtsiamy>

12. Шкідників та хвороб лаванди, на які слід звернути увагу в цьому сезоні URL: <https://www.sapa-lopata.com.ua/11-shkidnykiv-ta-khvorob-lavandy-na-yaki-slid-zvernuty-uvahu-v-tsomu-sezoni/>

**Єлизавета ТЕМЕР<sup>62</sup>,**  
студентка 2-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства ННІАП,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЧИ СПРИЧИНЯЮТЬ КОЛИВАННЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ СЬОГОДНІШНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ**

***Анотація.** Ви коли-небудь помічали, що є місця, де людина може відчувати розслаблення, сповнене енергії та відновлення? Ці місця можуть бути рекреаційними (тур. курорти, оздоровчі та спа-центри) і турпам'ятками (церкви, монастирі, геопарки тощо). З іншого боку, терапевтичні переваги випромінювання електромагнітного поля на організм людини вже підтверджені медичними дослідженнями.*

*Метою роботи є представити ідеї нові ідеї та розпочати дискусію про існування таких магнітних полів, які можуть бути причиною того, чому люди почуваються більш розслабленими та здоровішими під час відвідування або перебування в такому рекреаційному середовищі. Таким чином, автори стверджують про можливий вплив магнітних полів Землі на благополуччя тих, хто відвідує, оглядає визначні пам'ятки або зупиняється в туристичних місцях і на відпочинку. Особлива увага приділяється опціональному використанню наднизької частоти, як резонанс Шумана, в рекреаційних територіях, які використовуються для туризму та відпочинку.*

***Abstract.** Have you ever noticed that there are places where a person can feel relaxed, energized and restored? These places can be recreational places (tourist resorts, health and spa centers) and tourist attractions (churches, monasteries, geoparks, etc.). On the other hand, the therapeutic benefits of electromagnetic field radiation on the human body have already been confirmed by medical research. The purpose of the paper is to present some new ideas and start a discussion about the existence of such magnetic fields could be the reason why people feel more relaxed and healthier when visiting or staying in such a recreational environment. Thus, the authors argue about the possible influence of the Earth's magnetic fields on the well-being of those who visit, tour the sights or stay in tourist places and on the recreation*

---

<sup>62</sup>Науковий керівник: Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

*environment. Special attention is paid to the optional use of ultra-low frequency, as the Schumann resonance in the recreation of areas used for tourism and recreation.*

**Вступ.** Окрім сили тяжіння, магнетизм є однією з фундаментальних властивостей Землі, і він є рідним і фундаментальним для існування нашої планети.

У той час як відкриття гравітації було дещо драматичним, як описано в історії про Ньютона та його яблуко, відкриття магнетизму не було таким драматичним. Вважалося, що китайці, найімовірніше, були першими, хто винайшов магнітний компас ще за 2500 років до нашої ери. Проте існуючі письмові історичні свідчення про магнетизм та його корисність починаються з 1000 року до нашої ери, знову ж таки в Китаї.

Приблизно в 12 столітті нашої ери знання про магнетизм і його значення майже були передані з Китаю до Європи, швидше за все, через торгові зв'язки зі сходу на захід. Історичні подорожі, здійснені Христофором Колумбом, Васко да Гамою і Фердинандом Магелланом, могли б бути неможливими навіть уявити без магнітного компаса.

У 1492 році Колумб перетнув Атлантичний океан у пошуках «короткого шляху» до Індії та, керуючись магнітним компасом, досяг берегової лінії, сьогодні відомої як Карибські острови. Вперше хтось помітив, що магнетизм — це не просто пошук напрямків, але також сильно залежить від широти та довготи на різних місцях на поверхні Землі.

У 1600 році Вільям Гілберт був, ймовірно, першим, хто зрозумів, що джерело магнітного поля Землі походить зсередини Землі, а не ззовні. Він виявив, що магнетизм є результатом якогось постійного магніту в самій Землі. Пізніше Карл Фрідріх Гаусс, використовуючи сферичне гармонічне розкладання магнітного поля, встановив, що джерелом явища магнітного поля поверхні Землі дійсно є внутрішнє.

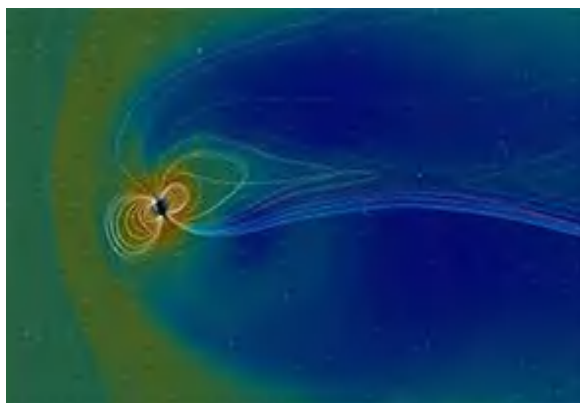
Однак найзначніший прорив був зроблений Генрі Геллібрандом, який виключив постійний магніт як джерело в 1634 році. За ним послідував Едмонд Галлей, який вперше помітив, що деякі магнітні елементи дрейфують на захід, і дійшов висновку, що надра Землі можуть бути рідкими. Таким чином, історію дослідження магнітного поля Землі можна розділити на три основні періоди:

- По-перше, протонауковий етап (до 16-го століття), що характеризується поступовим збільшенням висунення та розробки випадкових гіпотез, які переважно базуються на спостереженні та інтуїції;
- По-друге, ранній сучасний етап (з 16-го до початку 19-го століття), тоді як дані про напрям (магнітне схилення, нахил та інтенсивність) все частіше вимірювалися, компілювалися та картографувалися; і
- По-третє, сучасний етап (з 1830-х років) з вимірюванням повного магнітного вектора (напрямку та інтенсивності) у спеціальних наукових дослідженнях, обсерваторіях і, нарешті, з використанням космічних супутників.

**Виклад основного матеріалу.** Земля оточена величезним магнітним полем, яке називається магнітосферою. Створена потужними динамічними силами в



центрі нашого світу, наша магнітосфера захищає нас від ерозії нашої атмосфери сонячним вітром, випромінювання часток від викидів корональної маси (виверження великих хмар енергійної намагніченої плазми з корони Сонця в космос), а також від космічних променів з глибокого космосу. Наша магнітосфера відіграє роль воротаря, відштовхуючи ці шкідливі для життя форми енергії, надійно затримуючи більшу її частину від поверхні Землі (рис. 1).

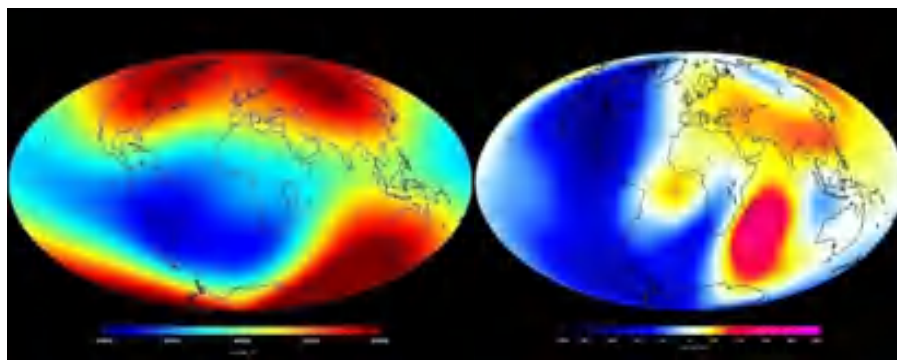


*Рис. 1. Земля оточена системою магнітних полів, яка називається магнітосферою. Магнітосфера захищає нашу рідну планету від шкідливого сонячного випромінювання та випромінювання космічних частинок, але вона може змінювати форму у відповідь на надходження космічної погоди від Сонця.*

*Студія наукової візуалізації NASA*

Оскільки сили, які створюють наше магнітне поле, постійно змінюються, саме поле також постійно змінюється, його сила то зростає, то слабшає з часом. Це призводить до того, що північний і південний магнітні полюси Землі поступово зміщуються і навіть повністю змінюються приблизно кожні 300 000 років. Це може бути дещо важливо, якщо ви використовуєте компас, або для певних тварин, як-от птахів, риб і морських черепах, внутрішні компаси яких використовують магнітне поле для навігації.

Деякі люди стверджують, що коливання магнітного поля Землі сприяють поточному глобальному потеплінню та можуть спричинити катастрофічні зміни клімату. Однак наука не підтверджує цей аргумент.



*Рис. 3. Трисупутникове угруповання Swarm, запущене Європейським космічним агентством (ESA) у листопаді 2013 року, надає нові знання про роботу глобального магнітного поля Землі. Створене рухом розплавленого заліза в ядрі Землі, магнітне поле*

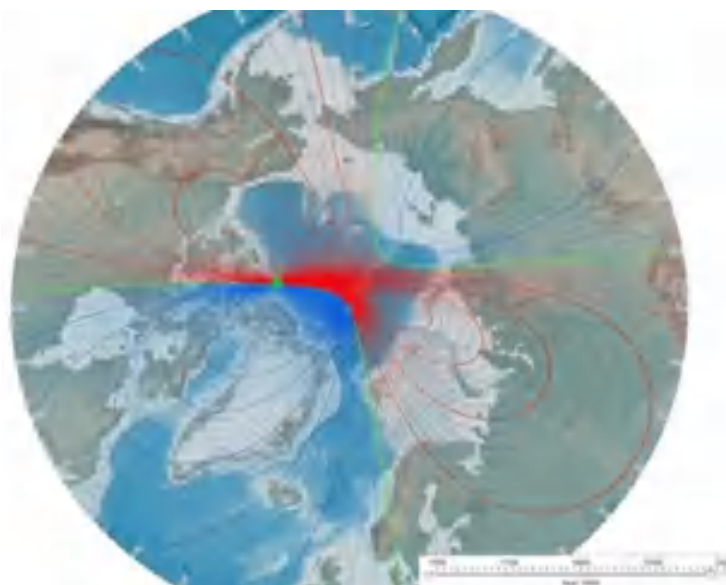
*захищає нашу планету від космічного випромінювання та від заряджених частинок, які випромінює наше Сонце. Це також є основою для навігації за допомогою компаса.*

На основі даних Swarm перше зображення (рис.3) показує середню силу магнітного поля Землі на поверхні (виміряну в нанотеслах) між 1 січня та 30 червня 2022 року. Друге зображення показує зміни цього поля за той самий період. Хоча кольори на другому зображенні такі ж яскраві, як і на першому, зауважте, що найбільші зміни були плюс-мінус 100 нанотесла в полі, яке досягає 60 000 нанотесла.

У зв'язку з даними дослідженнями вчені висувають кілька гіпотез.

#### 1. Зміщення розташування магнітних полюсів

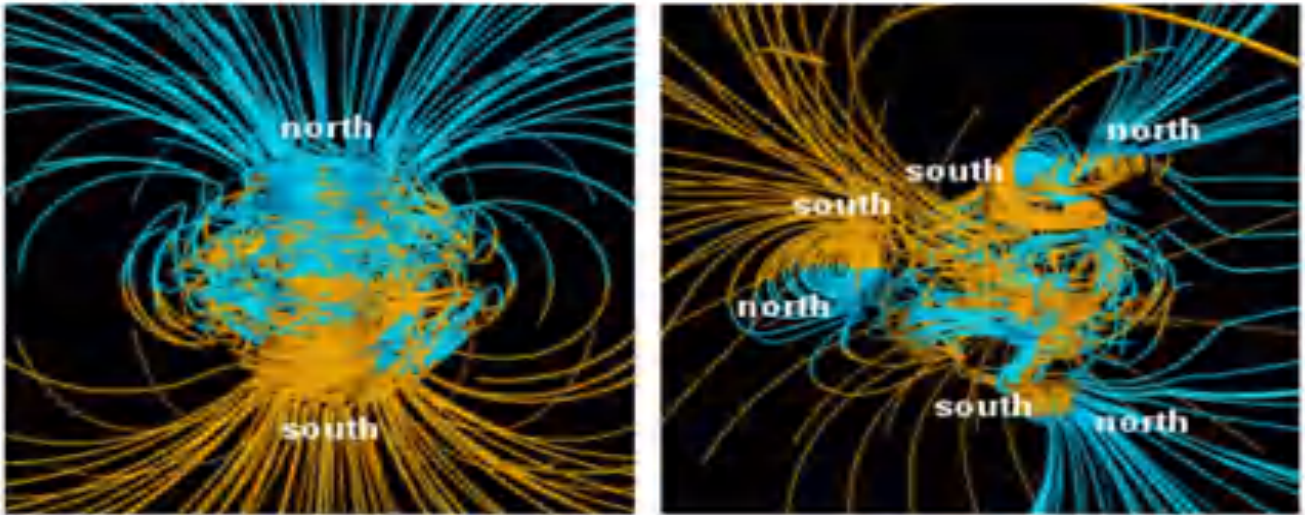
Положення північного магнітного полюса Землі було вперше точно визначено в 1831 році. Відтоді він поступово дрейфував на північ-північний захід більш ніж на 600 миль (1100 кілометрів), а його швидкість руху зросла приблизно з 10 миль (16 кілометрів) на рік до приблизно 34 милі (55 кілометрів) на рік. Цей поступовий зсув впливає на навігацію, і його необхідно регулярно враховувати. Однак існує мало наукових доказів будь-яких істотних зв'язків між дрейфуючими магнітними полюсами Землі та кліматом (рис.4).



**Рис. 4.** Вчені NOAA NCEI та CIRES створили цю анімацію, що зображує блукання Північного магнітного полюса Землі за останні 50 років. Авторство: NOAA/NCEI

#### 2. Зміни магнітних полюсів

Під час зміни полюсів північний і південний магнітні полюси Землі міняються місцями. Хоча це може здатися великою справою, зміни полюсів є звичайним явищем у геологічній історії Землі (рис.5). Палеомагнітні дані свідчать про те, що магнітні полюси Землі змінювалися 183 рази за останні 83 мільйони років і щонайменше кілька сотень разів за останні 160 мільйонів років. Часові інтервали між розворотами сильно коливалися, але в середньому становили близько 300 000 років, причому останній відбувся приблизно 780 000 років тому.



*Рис. 5. Суперкомп'ютерні моделі магнітного поля Землі. Ліворуч – звичайне дипольне магнітне поле, характерне для довгих років між змінами полярності. Праворуч показано складне магнітне поле Землі під час перевертання.*

*Університет Каліфорнії, Санта-Крус/Гарі Глацмаєр*

Під час зміни полюсів магнітне поле слабшає, але не зникає повністю. Магнітосфера разом із земною атмосферою продовжують захищати Землю від космічного випромінювання та заряджених сонячних частинок, хоча може бути невелика кількість часткового випромінювання, яке потрапляє на поверхню Землі. Магнітне поле стає змішаним, і кілька магнітних полюсів можуть з'явитися в несподіваних місцях.

Ніхто точно не знає, коли може відбутися наступна зміна полюсів, але вчені знають, що це не відбувається відразу: вони відбуваються протягом сотень або тисяч років.

За останні 200 років магнітне поле Землі в середньому послабилося приблизно на дев'ять відсотків.

Деякі люди цитують це як «доказ» того, що зміна полюсів є неминучою, але вчені не мають підстав вважати це. Фактично, палеомагнітні дослідження показують, що поле приблизно таке ж сильне, як воно було за останні 100 000 років, і вдвічі інтенсивніше, ніж його середній показник за мільйон років.

Хоча деякі вчені вважають, що потужність поля може повністю згаснути приблизно через 1300 років, поточне ослаблення може припинитися в будь-який момент.

Скам'янілості рослин і тварин періоду останнього великого перевертання полюсів не демонструють великих змін. Зразки глибоководних океанських осадів показують, що льодовикова активність була стабільною. Насправді геологічні записи та записи скам'янілостей попередніх змін не показують нічого примітного, як-от події кінця світу чи великі вимирання.

Часові інтервали між розворотами сильно коливалися, але в середньому становили близько 300 000 років, причому останній відбувся приблизно 780 000 років тому.

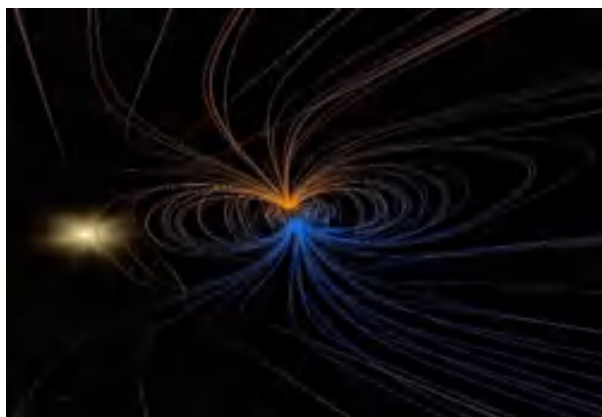


*Рис. 6. Сонце викидає постійний потік частинок і магнітних полів, відомих як сонячний вітер, і величезні хмари гарячої плазми та радіації, які називаються викидами корональної маси. Цей сонячний матеріал тече через космос і вдаряється в магнітосферу Землі, простір, зайнятий магнітним полем Землі, яке діє як захисний щит навколо планети.*

*NASA Goddard/BaileeDesRocher*

### 3. Геомагнітні екскурсії

Нещодавно виникли запитання та дискусії щодо «геомагнітних екскурсій»: короткотривалих, але значних змін інтенсивності магнітного поля, які тривають від кількох століть до кількох десятків тисяч років. Під час останньої великої екскурсії, яка називається подією Лашампса, радіовуглецеві дані показують, що приблизно 41 500 років тому магнітне поле (рис.7) значно послабилося, і полюси помінялися, щоб повернутися назад приблизно через 500 років.



*Рис. 7. Магнітне поле Землі.*

### **НАСА**

Хоча є певні докази регіональних кліматичних змін під час події Laschamps, керни льоду в Антарктиді та Гренландії не демонструють серйозних змін. Крім того, якщо розглядати в контексті мінливості клімату протягом останнього льодовикового періоду, будь-які зміни клімату, що спостерігалися на поверхні Землі, були ледь помітними.

**Висновок.** Немає жодних доказів того, що на клімат Землі суттєво вплинули три останні екскурсії магнітного поля, а також будь-які екскурсії за останні 2,8 мільйона років.

Фізичні принципи

## 1. Недостатньо енергії у верхній атмосфері Землі

Електромагнітні струми існують у верхніх шарах атмосфери Землі. Але енергія, що керує кліматичною системою у верхніх шарах атмосфери, у середньому по всьому світу становить незначну частку енергії, яка керує кліматичною системою на поверхні Землі. Його величина зазвичай становить менше від одного до кількох міліват на квадратний метр. Щоб пояснити це в контексті, бюджет енергії на поверхні Землі становить приблизно 250-300 Вт на квадратний метр. У довгостроковій перспективі енергія, яка керує верхніми шарами атмосфери Землі, приблизно в 100 000 разів менша, ніж кількість енергії, що керує кліматичною системою на поверхні Землі. Угорі просто недостатньо енергії, щоб вплинути на клімат там, де ми живемо.

## 2. Повітря не містить заліза

Нарешті, зміни та зрушення в полярності магнітного поля Землі не впливають на погоду та клімат з фундаментальної причини: повітря не містить заліза.

Залізний означає «містить або складається з заліза». Хоча залізо з вулканічного попелу транспортується в атмосфері, а невеликі кількості заліза та сполук заліза, що утворюються внаслідок діяльності людини, є джерелом забруднення повітря в деяких міських районах, залізо не є суттєвим компонентом атмосфери Землі. Немає відомого фізичного механізму, здатного зв'язати погодні умови на поверхні Землі з електромагнітними потоками в космосі.

Сонячні бурі та їх електромагнітні взаємодії впливають лише на іоносферу Землі, яка простягається від найнижчого краю мезосфери (приблизно 31 милю або 50 кілометрів над поверхнею Землі) до космосу на висоті приблизно 600 миль (965 кілометрів) над поверхнею. Вони не впливають на тропосферу або нижню стратосферу Землі, де відбувається погода на поверхні Землі, а згодом і її клімат.

Коротше кажучи, коли справа доходить до клімату, коливання магнітного поля Землі не є причиною такого звинувачення.

## Список використаної літератури

1. Астрономія, <http://www.astronomy.com/magazine> (дата звернення 02.09.2024).
2. Баффет Б. А. Ядро Землі та геодинамо, НАУКА, № 288, 16 червня 2008. Американська асоціація сприяння розвитку науки.
3. Геомагнітні, сонячні та інші ефекти. Фактори впливу на людину. <https://www.heartmath.org/articles-of-theheart/effects-geomagnetic-solar-factors-humans/>. HeartMathInstitute. 2019. (дата звернення 02.09.2024).

**Максим ЩЕКАЛЬОВ<sup>63</sup>,**  
студент 3-го курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ІНТРОДУКЦІЇ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ**

***Анотація.** У статті розглядаються переваги та недоліки інтродукції декоративних рослин у ландшафтний дизайн. Серед основних переваг відзначаються естетичне вдосконалення території, підвищення біорізноманіття та можливість створення унікальних композицій, що значно поліпшують зовнішній вигляд та атмосферу простору. Декоративні рослини сприяють створенню комфортного і привабливого середовища, що позитивно впливає на психоемоційний стан людей. Проте, не можна ігнорувати і недоліки цієї практики. Зокрема, деякі види декоративних рослин можуть стати інвазивними, що загрожує порушенням природного балансу екосистеми. Крім того, догляд за такими рослинами потребує значних зусиль та ресурсів, а також існує ризик їхньої поганої адаптації до місцевих кліматичних умов.*

***Ключові слова:** ландшафтний дизайн, естетичне покращення, біорізноманіття, інвазивні види, екологічні ризики.*

***Abstract.** The article examines the advantages and disadvantages of introducing ornamental plants into landscape design. Among the main advantages are the aesthetic improvement of the territory, the increase in biodiversity and the possibility of creating unique compositions that significantly improve the appearance and atmosphere of the space. Decorative plants contribute to the creation of a comfortable and attractive environment, which positively affects the psycho-emotional state of people. However, the disadvantages of this practice cannot be ignored. In particular, some types of ornamental plants can become invasive, which threatens to disrupt the natural balance of the ecosystem. In addition, the care of such plants requires considerable effort and resources, and there is a risk of their poor adaptation to local climatic conditions.*

***Key words:** landscape design, aesthetic enhancement, biodiversity, invasive species, environmental risks.*

***Вступ.** Інтродукція декоративних рослин, що передбачає внесення нових видів у вже існуючі ландшафтні системи, може значно покращити естетичний вигляд і функціональність території.*

---

<sup>63</sup>Науковий керівник: Антоніна Піддубна доктор філософії з агрономії, асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства.

Цей процес сприяє створенню унікальних і привабливих композицій, а також може підвищити біорізноманіття, впливаючи на загальний вигляд і атмосферу простору. Однак разом з перевагами виникають і певні ризики, зокрема можливість інвазії деяких видів рослин та необхідність в значних ресурсах для їх догляду. Важливо зважати на ці аспекти при плануванні ландшафтного дизайну, щоб забезпечити баланс між естетичними і екологічними вимогами.

**Виклад основного матеріалу.** Декоративні рослини виконують кілька функцій, що покращують естетику простору. По-перше, вони забезпечують різноманіття кольорів і відтінків. Наприклад, півонії (*Paeonia*) з їх великими яскравими квітками можуть додати живих кольорів в сад або клумбу. Лаванда (*Lavandula*) не тільки привносить фіолетові тони, але і створює приємний аромат, який робить простір більш затишним [1].

По-друге, декоративні рослини можуть надати текстури і структури. Тис ягідний (*Taxus baccata*) – це вічнозелений чагарник, який використовується для створення живих огорож або бордюрів, забезпечуючи чіткі лінії. Кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana*) – інший приклад, де його вертикальна форма і густе листя додають елегантності та структури до саду.

По-третє, декоративні рослини можуть використовуватися для створення фокусних точок. Японські клени (*Acer palmatum*) з їх різноманітними формами листя і кольорами восени служать чудовими акцентами у ландшафтному дизайні. Їх насичене червоне або помаранчеве листя створює вражаючий контраст із зеленню навколишніх рослин.

Кольори декоративних рослин мають величезне значення для створення візуальних ефектів. Інтродуковані види, такі як гортензія (*Hydrangea macrophylla*) з її великими квітками, що змінюють колір в залежності від рН ґрунту, дозволяють отримати різноманітні кольорові акценти в ландшафті. Чорнобривці (*Tagetes*) з яскравими оранжевими та жовтими квітками можуть використовуватися для створення живих, радісних кольорових плям. Інші рослини, такі як лаванда (*Lavandula*) з її фіолетовими суцвіттями або туя (*Thuja*) з різними відтінками зеленого, додають стабільність і спокій в кольорову палітру саду. Розміри інтродукованих рослин також варіюються, що дозволяє дизайнерам працювати з різними масштабами простору. Малі рослини, такі як петунії (*Petunia*) або алісум (*Alyssum*), ідеально підходять для створення квіткових бордюрів і клумб. Великі дерева, такі як сакура (*Prunus serrulata*) або сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), забезпечують масштабні акценти і створюють фон для інших елементів дизайну. Кущі, такі як жасмин (*Jasminum*) або форзиція (*Forsythia*), додають розміри і структуру в сад, що дозволяє створювати як компактні, так і просторі ландшафтні рішення [2].

Інтродуковані декоративні рослини в Україні значно впливають на мікроклімат, адаптуючи навколишнє середовище до комфортних умов протягом року. Ці рослини активно регулюють температуру і вологість, що робить їх важливим компонентом ландшафтного дизайну.

Влітку інтродуковані рослини здатні знижувати температуру навколишнього середовища завдяки своїм властивостям створювати тінь і проводити процес транспірації. Завдяки щільному покриттю листя, вони поглинають частину сонячного випромінювання і вивільняють вологу, що призводить до природного охолодження повітря. Це не тільки робить зовнішні простори більш приємними для перебування, але і знижує навантаження на системи кондиціонування в будівлях, що веде до економії енергії. У зимовий період інтродуковані рослини допомагають зберігати тепло, зменшуючи вплив холодних вітрів і запобігаючи значним тепловтратам. Вони служать природними бар'єрами, які захищають будівлі від прямого контакту з холодними вітрами, завдяки чому зменшується потреба в додатковому опаленні. Це також допомагає підтримувати стабільну температуру і зменшує витрати на енергетичні ресурси.

Крім того, інтродуковані рослини можуть позитивно впливати на вологість навколишнього середовища. Через транспірацію вони вивільняють вологу, що може покращити рівень вологості в саду або на прилеглий території. Це особливо важливо в умовах, коли зниження вологості може негативно вплинути на якість повітря і стан рослин.

Інтродуковані декоративні рослини в Україні виконують важливі екологічні функції, такі як покращення якості повітря, зменшення ерозії ґрунту та сприяння біорізноманіттю. Ось деякі приклади рослин, які активно сприяють цим процесам[3]:

1. Барбарис (*Berberis*) – кущі, що допомагають запобігти ерозії ґрунту завдяки своїй густій кореневій системі, яка стабілізує поверхню. Барбарис також сприяє біорізноманіттю, оскільки його ягоди приваблюють птахів і дрібних тварин, а його листя служить укриттям для комах.

2. Туя (*Thuja*) – вічнозелені туї активно покращують якість повітря, поглинаючи вуглекислий газ і вивільняючи кисень. Їх густі крони також служать захистом від вітру, що сприяє зменшенню ерозії ґрунту. Туя є важливою частиною ландшафтних композицій, які створюють середовище для птахів.

3. Гортензія (*Hydrangea*) – ці декоративні рослини покращують якість повітря, поглинаючи забруднювальні речовини і вуглекислий газ. Гортензії також сприяють біорізноманіттю, привертаючи метеликів і бджіл завдяки своїм великим квіткам.

4. Жасмин (*Jasminum*) – має здатність очищати повітря, а його запавні квітки приваблюють комах-опилювачів, це допомагає підтримувати біорізноманіття. Також коренева система жасмину допомагає в запобіганні ерозії ґрунту.

5. Лаванда (*Lavandula*) – очищує повітря від забруднювачів і має властивість покращувати його якість. Крім того, її квіти є джерелом нектару для комах-опилювачів, таких як бджоли і метелики, що сприяє підтримці здорової екосистеми.



Інтродуковані декоративні рослини в Україні мають значний психологічний ефект, що позитивно впливає на загальне благополуччя та самопочуття людей. Зелений колір і природні елементи, створюють заспокійливу атмосферу, що може знижувати рівень стресу, покращувати настрій і сприяти психологічному комфорту. Зелені насадження, такі як інтродуковані кущі та дерева, забезпечують візуальний спокій і допомагають створити умиротворяючу атмосферу. Простір, обрамлений густою зеленою рослинністю, надає відчуття природного спокою і гармонії. Це важливо в умовах сучасного життя, де стрес і швидкий ритм можуть негативно впливати на психологічний стан.

Декоративні рослини також позитивно впливають на настрій. Наприклад, квітучі рослини, такі як інтродуковані види, які мають яскраві і різноманітні кольори, можуть піднімати настрій і викликати позитивні емоції. Яскраві кольори квітів і приємний аромат створюють відчуття радості та задоволення, що може допомогти знизити тривогу і підвищити загальний рівень задоволення від життя. Елементи зеленого простору також сприяють психологічному відновленню і знижують рівень стресу. Відпочинок в середовищі з присутністю інтродукованих рослин може допомогти відновити сили і покращити концентрацію. Природні ландшафти, що включають в себе декоративні рослини, забезпечують відчуття близькості до природи, що має терапевтичний ефект і допомагає зменшити симптоми стресу [4].

Інтродуковані декоративні рослини в Україні широко використовуються для реалізації функціональних рішень в ландшафтному дизайні, завдяки їх здатності створювати природні бар'єри і екранування, що забезпечує приватність, зменшує шум і захищає від вітру.

Інтродуковані рослини ідеально підходять для створення природних бар'єрів, які забезпечують приватність. Густі кущі та дерева можуть формувати живі огорожі, які ефективно блокують видимість з сусідніх територій або вулиць. Це не лише створює відчуття усамітнення, але й додає естетичної цінності до ландшафту, надаючи йому більш природний вигляд у порівнянні з традиційними огорожами. Наприклад, туя західна (*Thuja occidentalis*) – вічнозелене дерево або кущ часто використовується для створення живих огорож, яке забезпечує приватність завдяки своїй густій, щільній кронації. Воно ефективно блокує видимість з сусідніх ділянок і вулиць.

Рослинність може суттєво зменшити рівень шуму. Великі кущі і дерева, завдяки своїй густій кроні, можуть діяти як природні звукопоглинаючі бар'єри. Вони поглинають і розсіюють звукові хвилі, що допомагає знизити рівень шуму з дороги або інших джерел, створюючи більш спокійне і комфортне середовище для мешканців. Інтродуковані рослини ефективно захищають від вітру. Високі деревця та густі кущі здатні блокувати вітрові потоки, що зменшує їх інтенсивність і сприяє підтриманню стабільнішого мікроклімату. Це може бути особливо корисно для захисту від холодних зимових вітрів або для створення більш комфортних умов на відкритих просторах.

Декоративні інтродуковані рослини в Україні, хоча і мають безліч переваг, потребують регулярного догляду, що може бути затратним як в часі, так і фінансово. Ось кілька прикладів інтродукованих рослин та пов'язаних з ними витрат на догляд [5]:

1. Жимолость каприфоль (*Lonicera caprifolium*) – в'юнкі рослини, такі як жимолость, потребують регулярного поливу і підживлення для забезпечення їх активного зростання і рясного цвітіння. Обрізка необхідна для контролю за їх розростанням і підтриманням формування. Жимолость може бути уражена хворобами, такими як борошниста роса, що потребує витрат на обробку фунгіцидами.

2. Барбарис Тунберга (*Berberis thunbergii*) – кущі, які потребують регулярного поливу, особливо в періоди тривалих посух. Підживлення органічними або мінеральними добривами потрібно проводити один-два рази на рік. Барбарис потрібно постійно обрізати для підтримання компактної форми і видалення старих або пошкоджених гілок. Оскільки барбарис може бути схильний до атак різних шкідників, таких як попелиці або гусениці, додаткові витрати можуть бути спрямовані на інсектициди та інші засоби боротьби.

3. Лавровишня (*Prunus laurocerasus*) – потребує регулярного поливу, особливо в спекотні періоди. Її також слід підживлювати один-два рази на рік. Обрізка необхідна для контролю за зростанням та формуванням куща, а також для видалення старих або пошкоджених листків. Лавровишня може бути уразлива до грибкових захворювань, таких як плямистість листя, що потребує витрат на відповідні лікувальні засоби.

Інтродуковані декоративні рослини в Україні можуть стикатися з певними труднощами, пов'язаними з кліматичними умовами. Неправильний вибір рослин для конкретного клімату може призвести до їх загибелі або додаткових витрат на створення штучних умов для їх виживання [6].

Деякі інтродуковані рослини, які походять з південних регіонів, можуть бути чутливими до низьких температур і морозів, характерних для зим в Україні. Наприклад, оливкове дерево (*Olea europaea*), яке зазвичай вирощують в теплому середземноморському кліматі, може не витримувати зимових холодів в Україні без додаткового захисту або спеціальних умов, таких як укриття на зиму або теплиці. Неправильний вибір таких рослин може призвести до їх загибелі та необхідності витрат на спеціалізовані умови. Рослини, такі як гортензії деревовидні (*Hydrangea paniculata*), можуть вимагати специфічних умов освітлення. Деякі види потребують гарного освітлення або часткової тіні, що не завжди відповідає природним умовам України. Неправильний вибір місця для посадки або недостатнє освітлення може вплинути на їх розвиток та декоративні властивості, що може потребувати додаткових витрат на коригування умов освітлення. Декоративні рослини, які не є морозостійкими, можуть страждати від сезонних коливань температури. Наприклад, пальма (*Trachycarpus fortunei*), що вирощується в помірних зонах, може потребувати утеплення або перенесення в захищене місце на зимовий період.

Тривалість і стійкість декоративних рослин є критично важливими факторами при їх виборі для ландшафтного дизайну. Не всі декоративні рослини володіють довготривалою життєздатністю або є достатньо стійкими до специфічних умов навколишнього середовища, що може призвести до потреби в частих замінах і реконструкціях ландшафтних композицій. Декоративні рослини, які не мають достатньої стійкості до змін кліматичних умов, можуть не витримувати екстремальних температур, високої вологості або посухи. Це особливо актуально для інтродукованих видів, які не є місцевими і не адаптовані до специфічних умов нових регіонів.

Крім того, рослини можуть бути піддані атакам шкідників або хвороб, які відсутні в їх природному середовищі, що може призвести до їхньої деградації і скорочення терміну життя. Ці проблеми можуть потребувати додаткових витрат на пестициди, фунгіциди або інші засоби захисту, а також регулярного догляду для підтримки рослин у належному стані. Не всі декоративні рослини мають довготривалу життєздатність. Деякі види, навіть якщо вони спочатку добре виглядають, можуть з часом втрачати свою декоративність або погіршуватися через зміни в умовах навколишнього середовища. Це може вимагати частих заміन рослин або реконструкції ландшафтних елементів, що створює додаткові витрати і трудовитрати для підтримання бажаного вигляду ділянки.

**Висновки.** Інтеграція декоративних рослин у ландшафтний дизайн значно покращує естетичний вигляд території, додаючи кольору, текстури і створюючи приємну атмосферу. Вони можуть зменшити шум, покращити якість повітря і підвищити загальний комфорт. Однак, догляд за такими рослинами вимагає часу і ресурсів, включаючи регулярний полив, підживлення і боротьбу з шкідниками. Крім того, неправильний вибір рослин може призвести до їх поганої адаптації або негативного впливу на місцеву екосистему. Отже, використання інтродукованих декоративних рослин потребує уважного підходу, щоб забезпечити їхню ефективність і зменшити можливі проблеми.

### **Список використаної літератури**

1. Байрак О.М., Самородов В.М., Панасенко Т.В. Парки Полтавщини: історія створення, сучасний стан дендрофлори, шляхи збереження і розвитку. Наукове видання. Полтава: Верстка, 2007. 276 с.
2. Кохно М.А. Кузнецов С.І. Методичні рекомендації щодо добору дерев та кущів для інтродукції в Україні. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 48 с.
3. Познякова С.І. Недеревні ресурси лісу. Лісові лікарські рослини. Деревя та чагарники: навчальний посібник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. 248 с.
4. Познякова С.І., Лось С.А. Декоративна дендрологія. Голонасінні: навчальний посібник. Держ. біотехнол. ун-т. Харків: ДБТУ, 2022. 298 с.
5. Ситнік І.Й. Парки ХНАУ. Харків: ХНАУ, 2017. 158 с.

б. Сікура Й.Й., Капустян В.В. Інтродукція рослин (її значення для розвитку цивілізації, ботанічної науки та збереження біорізноманіття рослинного світу): навчальний посібник. Київ: Фітосоціоцентр, 2003. 280с.

**Вікторія ЖУРБЕЛЮК<sup>64</sup>**

студентка 3-гороку навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

***Анотація.** У статті представлено детальне дослідження ґрунтового покриву Вінницької області, який є важливим ресурсом для розвитку сільського господарства в регіоні. Проаналізовано основні типи ґрунтів, їх родючість, структуру землекористування та вплив різних факторів на стан ґрунтів. Особлива увага приділена питанням деградації ґрунтів, що виникає внаслідок ерозії, виснаження, антропогенного впливу та інших негативних процесів. У роботі розглядаються причини деградації ґрунтів та її наслідки для аграрного сектора області. На основі проведеного аналізу запропоновано комплекс заходів для збереження та підвищення родючості ґрунтів, зокрема впровадження правильних сівозмін, органічного землеробства, агролісомеліорації та використання сучасних методів іригації.*

***Anotation.** The article presents a detailed study of the soil cover of the Vinnytsia region, highlighting its importance as a resource for agricultural development. It analyzes the main types of soils, their fertility, land use patterns, and the impact of various factors on soil conditions. Particular attention is given to soil degradation resulting from erosion, depletion, anthropogenic impacts, and other negative processes. The paper discusses the causes of soil degradation and its consequences for the agricultural sector in the region. Based on the analysis, a set of measures is proposed to preserve and improve soil fertility, including the introduction of proper crop rotations, organic farming, agroforestry, and the use of modern irrigation methods. This article can be useful for scientists, farmers, ecologists, and land use specialists, as well as for decision-making at the regional level concerning the protection and restoration of soil resources in the Vinnytsia region.*

***Вступ.** Вінницька область розташована в центральній частині України, є одним із провідних аграрних регіонів країни, де сільське господарство має*

---

<sup>64</sup>Науковий керівник: Ткачук О.П., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ

важливе значення для місцевої економіки. Основою успішного аграрного виробництва є ґрунти, серед яких чорноземи займають провідне місце завдяки своїй високій родючості. Однак, через інтенсивне використання земельних ресурсів і недостатню увагу до сталого землекористування, останніми роками спостерігаються негативні зміни в стані ґрунтів, зокрема зменшення вмісту гумусу та підвищення ерозійних процесів [1].

**Результати досліджень.** Вінницька область розташована на Подільському плато, що обумовлює її рівнинний рельєф з незначними коливаннями висот. Клімат області помірно континентальний з чітко вираженими сезонами. Середньорічна температура коливається в межах +7...+8°C, а середня кількість опадів – 550-600 мм. Це створює сприятливі умови для ведення сільського господарства, особливо для вирощування зернових та технічних культур [2].

Вінниччина також багата на водні ресурси, що представлені такими річками, як Південний Буг, Дністер, а також численними їх притоками. Це забезпечує можливість для іригації, що є важливим фактором для підтримання високої продуктивності земель.

Землекористування у Вінницькій області підпорядковане інтенсивному сільськогосподарському виробництву. Понад 1,8 млн гектарів земель відведено під сільськогосподарські угіддя, з яких близько 1,3 млн гектарів – це орні землі. Ліси займають приблизно 14% території області, що є нижчим за середній показник по Україні, але вони відіграють важливу роль у захисті ґрунтів від ерозії.

Основні напрями землекористування в області включають вирощування зернових (пшениця, ячмінь, кукурудза), технічних культур (соняшник, цукровий буряк), а також кормових культур для забезпечення потреб тваринництва. Багато агропідприємств області спеціалізуються на вирощуванні фруктів, овочів та винограду.

Ґрунтовий покрив Вінницької області досить різноманітний. Основні типи ґрунтів включають: Чорноземи опідзолені займають значну частину орних земель, характеризуються високим вмістом гумусу (до 4-5%) та добре розвинутим профілем. Ці ґрунти є основою для високої продуктивності сільськогосподарських культур. Сірі лісові ґрунти розповсюджені на північних і північно-західних територіях області, мають дещо нижчий вміст гумусу (1,5-2%) та потребують додаткового удобрення для підтримання родючості. Лучно-болотні ґрунти зустрічаються у заплавах річок, характеризуються високою вологоємністю, але низькою аерацією. Використовуються переважно для вирощування кормових культур та пасовищ. Дерново-підзолисті ґрунти зустрічаються на невеликих площах і характеризуються середньою родючістю. Для підвищення їх продуктивності необхідно вносити органічні та мінеральні добрива [3].

Родючість ґрунтів у Вінницькій області забезпечується високим вмістом органічної речовини, зокрема гумусу, який є основним показником ґрунтової родючості. Середній вміст гумусу в чорноземах області становить 3-5%, що є

досить високим показником. Показники рН ґрунтів варіюються від слабокислих до нейтральних (5,5-7), що також сприяє високій продуктивності.

Однак, через інтенсивне землеробство та недотримання сівозмін спостерігається зниження рівня гумусу в ґрунтах. Це призводить до поступового виснаження ґрунтів і зниження їхньої родючості, що вимагає впровадження заходів для її підтримання.

Деградація ґрунтів у Вінницькій області викликана кількома основними чинниками: Ерозія ґрунтів: Понад 30% орних земель області піддаються ерозії. Причинами ерозії є неправильне розорювання схилів, недостатній захист ґрунтів від водної ерозії, відсутність ґрунтозахисних сівозмін. Виснаження ґрунтів: Інтенсивне використання землі без належного відновлення органічної речовини призводить до виснаження ґрунтів, зменшення вмісту гумусу і погіршення структури ґрунту. Засолення ґрунтів: Хоча засолені ґрунти не є широко розповсюдженими в області, місця їх прояву потребують спеціальних меліоративних заходів для відновлення родючості. Антропогенний тиск: урбанізація, промислове забруднення, невпорядковане будівництво спричиняють деградацію земель, зниження їхньої продуктивності та якості [4].

Для збереження ґрунтів Вінницької області необхідно застосовувати комплексні заходи: Впровадження сівозмін: відновлення правильних сівозмін з включенням культур, що сприяють збагаченню ґрунту органічною речовиною. Агролісомеліорація: створення лісосмуг для захисту полів від вітрової ерозії, що також сприяє збереженню вологи в ґрунті. Внесення органічних добрив: використання гною, компосту та інших органічних добрив для відновлення гумусового шару. Контурний обробіток ґрунту: використання спеціальних агротехнічних прийомів, таких як контурна оранка на схилах, щоб зменшити ризик ерозії. Іригація та дренаж: вдосконалення систем іригації для зменшення засолення та підтоплення ґрунтів. Екологічне землеробство: впровадження методів органічного землеробства для зниження впливу агрохімікатів на ґрунт. Ці заходи спрямовані на покращення стану ґрунтів Вінницької області, підвищення їх родючості та забезпечення сталого сільського господарства в регіоні [5-8].

**Висновки.** Ґрунти Вінницької області є одним із найважливіших природних ресурсів, які забезпечують економічне зростання та добробут населення. Завдяки родючим чорноземам і сприятливим кліматичним умовам область має потужний аграрний потенціал, що дозволяє виробляти значну частку сільськогосподарської продукції в Україні. Проте, як показує дослідження, інтенсивне використання земельних ресурсів без належного відновлення призводить до поступової деградації ґрунтів.

Основними проблемами, з якими стикається Вінницька область, є ерозія ґрунтів, зниження вмісту гумусу, засолення та інші негативні наслідки антропогенного впливу. Ці проблеми погіршують якість ґрунтів, знижують їх родючість і, як наслідок, впливають на продуктивність сільського господарства.

Для подолання цих викликів необхідно застосовувати комплексний підхід до управління земельними ресурсами. Важливими заходами є впровадження

сівозмін, оптимізація агротехнічних прийомів, внесення органічних добрив, розвиток агролісомеліорації та боротьба з ерозійними процесами. Водночас слід підвищувати рівень екологічної культури землекористувачів, сприяти впровадженню екологічно чистих технологій та забезпечувати ефективний моніторинг стану ґрунтів.

### Список використаної літератури

1. Український науково-дослідний інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського. URL: <https://issar.com.ua> (дата звернення 28.08.2024).
2. Державне агентство земельних ресурсів України. URL: <https://land.gov.ua> (дата звернення 28.08.2024).
3. Вінницьке обласне управління статистики. URL: <https://www.vn.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 28.08.2024).
4. 4. Матеріали Вінницького національного аграрного університету, а саме Ґрунтознавство з основами геології. URL: [http://socrates.vsau.org/method/getfile.php/103162.ppt?x=1&card\\_id=18304](http://socrates.vsau.org/method/getfile.php/103162.ppt?x=1&card_id=18304) (дата звернення 28.08.2024).
5. Екологічний паспорт Вінницької області. URL: <http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/15692.PDF> (дата звернення 28.08.2024).
6. Мельник О. А. та ін. (2018). Агроекологічні умови Вінницької області. URL: <https://vsau.org/assets/images/general/nauka/razovi-radu/Dusertaciya-Melnuke-VO.pdf> (дата звернення 28.08.2024).
7. Монографія "Ґрунти України" (під редакцією К.І. Завадського, 2015) URL: [essuir.sumdu.edu.ua:8080/bitstream-download/123456789/22978/1/Kyslyi.pdf;jsessionid=044274705F057DA328FA528DBB8FAC5C](http://essuir.sumdu.edu.ua:8080/bitstream-download/123456789/22978/1/Kyslyi.pdf;jsessionid=044274705F057DA328FA528DBB8FAC5C) (дата звернення 28.08.2024).
8. Національна академія аграрних наук України (НААН) URL: <http://naas.gov.ua> (дата звернення 28.08.2024).

**Nadia SMAL<sup>65</sup>,**  
3rd year student,  
faculty of ecology, forestry and horticulture,  
Vinnytsia National Agrarian University  
Vinnytsia, Ukraine

## HISTORICAL PARKS OF VINNICHCHINA: PRESERVATION AND REVIVAL OF CULTURAL HERITAGE

*Abstract.* The article examines the history and current state of the historical parks of Vinnytsia, which are important objects of the cultural heritage of the region. The main problems related to the preservation and restoration of these unique

---

<sup>65</sup>Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

*landscape complexes, as well as the role of local communities and authorities in the process of their restoration and protection, are considered. Special attention is paid to the use of historical parks as resources for the development of tourism and environmental education. The conclusions emphasize the importance of an integrated approach to the preservation and revival of historical parks as an important component of the cultural identity of Vinnytsia.*

**Key words.** *Vinnytsia, historical parks, conservation, revival, environmental education, park art.*

**Анотація.** *У статті досліджується історія та сучасний стан історичних парків Вінниччини, які є важливими об'єктами культурної спадщини регіону. Розглядаються основні проблеми, пов'язані із збереженням і відновленням цих унікальних ландшафтних комплексів, а також роль місцевих громад і органів влади у процесі їхньої реставрації та охорони. Особлива увага приділяється питанням використання історичних парків як ресурсів для розвитку туризму та екологічної освіти. У висновках підкреслюється важливість комплексного підходу до збереження та відродження історичних парків як важливої складової культурної ідентичності Вінниччини.*

**Ключові слова.** *Вінниччина, історичні парки, збереження, відродження, екологічна освіта, паркове мистецтво.*

**Introduction.** Historical parks of Vinnytsia are an integral part of the cultural and natural wealth of the region. These unique landscape complexes reflect the centuries-old history, architectural styles and artistic preferences of the era in which they were created. They serve not only as centers of recreation and enjoyment of nature, but also preserve important historical and cultural monuments.

However, today these parks face numerous challenges related to preserving their authenticity and adapting to modern conditions.

The importance of preserving and reviving the historical parks of Vinnytsia lies not only in maintaining their aesthetic and cultural value, but also in restoring the connection between generations, transferring knowledge about the past, and forming the ecological consciousness of future generations.

**Summary of the main material.** Among the most famous examples can be named Brailivsky Park and «Mala Sofiiivka» Park. Each of them has its own unique history and architectural landscape structure that reflects certain eras and styles [7].

Mala Sofiiivka is a park-monument of garden and park art of local importance, located in the territory of the village of Luka-Meleshkivska in the Vinnytsia district of the Vinnytsia region (see Fig. 1). The area of the park is 6.5 hectares, and it was declared a monument in accordance with the decision of the Vinnytsia Regional Council of December 26, 1997, with the aim of preserving the ancient park of the 19th century. The park is owned by Murovanokurylovtsk settlement council. Probably, the name "Little Sofiiivka" appeared because of the rare trees growing on its territory. The natural topography of the basin influenced the formation of the spatial and planning structure of the landscape park laid out in the first half of the 19th



century. The space of the park is limited by gentle slopes that determine the direction of the main axis of the composition, which runs along the bottom of the basin. Here, a stream flows out of the spring, blocked by a dam, which forms a pond. The landscape near the water surface is organized in such a way that it is best perceived from the opposite bank. The main element of the park composition is various groups of trees that form independent centers of park paintings and form the backdrop of multifaceted perspectives [4]. The paths of the park, laid along the terrain, go around the pond and return to the place where the manor once stood. The ensemble also includes the territory of the church.



*Fig 1. «Mala Sofivka» Park*

Antopil Park, located in the village of Antopil, Tomashpil District, Vinnytsia Region, is a park-monument park of national significance (Fig. 2). In the 21st century, its area is 27 hectares. This nature conservation facility is located on the border of two natural zones – forest-steppe and steppe, 8 kilometers from the Vapnyarka railway station. The park was created in the English style on the basis of a natural massif consisting mainly of oaks and ash trees that grow in the meadows. Some of the ash trees growing here are already 400 years old. The park features 40 forms and species of woody plants, including chestnuts, maples and lindens. The age of some trees reaches 250 years. Ornamental species also grow here, including black pine, Norway spruce, Scots pine, sycamore, birch, rowan, walnut, weeping ash, black walnut and various types of maples. The park includes pine, ash and oak massifs.

There are gardens around the park area. Single pedunculate oaks have a significant trunk diameter, reaching 150 and 176 centimeters [2]. A total of 21.6 hectares of the park's territory are landscaped. In percentage terms, oak plantations occupy 41.7% of the park territory, 29.8% is allocated for lawns and meadows, 19.9% is occupied by an orchard, 5.4% of the territory is allocated for other types of trees and alley plantings, 2.3% the territory is not dominated by any species, and 0.9% of the territory is occupied by oak plantations.

Brailiv park is a park-monument of garden and park art of local importance, located in the village of Brailiv, Zhmeryn District, Vinnytsia Oblast, on the bank of the Riv River. The park was declared a monument in accordance with the decision of the Vinnytsia Regional Executive Committee dated November 17, 1981.

The green massifs of the park mainly consist of linden and ash plantations, although at the time of its foundation, oaks formed the basis. The range of plantings includes about 20 types of trees and shrubs[1].



*Fig 2. Antopil Park*

The presence of age-old exotic plants testifies to the careful selection and care of the park owners, but the thickening of the plantations due to unsystematic planting, especially on open lawns, makes it difficult to exhibit valuable specimens. Disorganized plantings have led to changes in the ratio of open and closed spaces.

Laying new paths in front of the current main facade and lining them with trees changed the regular parterre part of the park, which was previously open and consisted of flower beds and flower beds. Today, it is represented by a composition of coniferous and deciduous trees, enriched with shrubs, which creates the impression of a solid massif. Despite the changes, the ancient poplars on the banks of the ponds have been well preserved. The main landscape direction of the park runs along a cascade of three ponds, which are fed by a spring, previously designed as a well (Fig.3). Iconographic materials allow you to reproduce many elements of the park, such as the pavilion-bath, bridges, parterres, flower beds and types of vegetation. The historical layout of the manor has been preserved: the entrance to the manor begins with a lane leading to a gate with a watchman, then an alley through the park approaches the palace. The park was once surrounded by a wall, the remains of which can be seen behind the tree line and a small rampart. The park area surrounds the palace and approaches the floodplain of the river, behind the palace are farm buildings and a field farm.



*Fig 3. Brailiv park*

Preservation and restoration of historical parks of Vinnytsia region require a thorough and comprehensive approach, which includes the restoration of both landscape and architectural elements, conducting scientific research, as well as the implementation of modern methods of care for green spaces. Restoration of historic pathways, water bodies and park structures such as pavilions, bridges and wells is a priority to restore the parks to their authenticity and appeal. No less important is the solution to the problem of thickening of plantations, which arose as a result of unsystematic planting in the past. This involves selective thinning to preserve the balance between open and closed spaces, which will emphasize the most valuable specimens of trees and shrubs and preserve the historical appearance of the parks. At the same time, it is necessary to ensure proper care of plants, implementing modern agrotechnical measures that will contribute to their healthy development and life extension [3]. To ensure proper care of plants in historical parks and prolong their life, the following modern agrotechnical measures can be implemented:

- Regular inspection of trees and shrubs for signs of disease, pests or stress due to adverse conditions.
- Efficient management of water resources through the installation of a drip irrigation system that provides water to plants without overwetting the soil.
- Covering the soil around trees and shrubs with organic mulch to conserve moisture, reduce erosion and improve soil structure.
- Use of compost and organic fertilizers to improve soil fertility, which promotes healthy plant growth.
- Regular sanitary and formative pruning to remove dry, diseased or damaged branches, as well as to maintain the aesthetic shape and healthy development of the crown.
- Conducting aeration to improve the permeability of the soil, which contributes to better access of the roots to oxygen and water.
- Use of substrates optimally suited for different types of plants, taking into account their specific needs.

The role of local communities and authorities in the preservation and restoration of historical parks of Vinnytsia is also important and includes several key aspects. First, local authorities should actively develop and implement regional programs for the protection of cultural heritage, which would take into account the specifics of each park and ensure their effective protection.

This includes not only the preservation of existing objects, but also their restoration and restoration, which requires both financial and human resources. Attracting state and international grants can become an important source of funding for such programs, providing the necessary funds for carrying out restoration work and further maintenance of the parks. Active participation of local communities also plays a key role in these processes. Local residents should be involved in conservation projects through the initiatives of public organizations, educational programs and volunteer actions. Raising public awareness of the value of historic parks will help to create a sense of responsibility for their preservation in communities [5]. Volunteer programs that involve local residents in restoration work

and maintenance of parks can not only reduce costs, but also contribute to the formation of a closer connection between the community and the cultural heritage.

The historical parks of Vinnytsia have a significant potential for development as centers of cultural and ecological tourism, which can contribute not only to the preservation of cultural heritage, but also to stimulate the economic and social growth of the region. The restoration and preservation of these parks can become the basis for the development of tourism, which, in turn, will attract more visitors to the region, including tourists from other regions of Ukraine and from abroad. This will create new jobs, increase the level of employment of the local population and contribute to the development of local infrastructure. A significant aspect of development is the creation of modern infrastructure that would allow cultural events, thematic excursions and educational programs to be held in historical parks. These can be festivals, exhibitions, concerts, as well as educational and scientific events aimed at raising awareness of the importance of historical parks and their contribution to cultural heritage. The implementation of such programs will allow the integration of historical parks into the modern life of the region, making them living centers of culture and education that attract not only tourists, but also scientists, artists and students.

Prospects for the development of historical parks of Vinnytsia include their active use as objects for scientific research, which can significantly increase their value both for science and for society. In particular, these parks have great potential for research in the fields of botany, ecology, and the history of horticultural art. They can become a kind of "living laboratories", where scientists have the opportunity to study rare and exotic species of plants that were planted decades, and sometimes even centuries ago.

The history of garden and park art is also an important area of research that can be developed on the basis of the historical parks of Vinnytsia. Studying historical styles, methods of designing and laying out parks, as well as the history of their development will allow preserving and passing on cultural heritage to future generations. Scientific research in this field can also contribute to the restoration and restoration of parks, returning them to their authentic appearance and the functions they performed in the past.

Cooperation with universities, scientific institutions and botanical gardens opens up wide opportunities for attracting grants, which will allow financing research projects, modernization of park infrastructure and conducting complex scientific works. One of the vivid examples of the successful use of scientific potential in the field of preservation of natural heritage is the "Podillia" Botanical Garden, located in the city of Vinnytsia [6].

The botanical garden has more than 10,000 hornbeam seedlings, more than 700,000 trees and shrubs, and more than 650 plant species. On its territory there is an arboretum with a collection of more than 600 species of trees and shrubs, as well as various departments, such as the typological department of Podillia forests, the pomological department of fruit and berry crops, the systematic department of herbaceous plants, and others. Thanks to close cooperation with scientific institutions,

the "Podillia" Botanical Garden has become not only a place for conducting applied research in the fields of floriculture, ornamental horticulture, forestry and plant physiology, but also an important center for the preservation and reproduction of natural landscapes. He also participates in the development of regional programs for the greening of territories and monitoring of rare and endangered plant species. The presence of a botanical garden within the university contributes to the development of scientific and practical cooperation with other botanical gardens of Ukraine, as well as with international organizations.

Today, the "Podillia" Botanical Garden is actively working to preserve and increase the biodiversity of the region. Its infrastructure includes a winter garden with a collection of subtropical plants, nurseries of ornamental and wild fruit and berry crops, areas for growing medicinal plants and many other scientific and educational facilities. Cooperation with universities and scientific institutions makes it possible to attract additional resources to finance research and implement innovative approaches to plant care. The involvement of students and young specialists in scientific projects in the "Podillia" botanical garden contributes to the transfer of knowledge and experience to the next generations, ensuring the sustainable development of this unique natural complex and increasing its role in preserving the cultural and natural heritage of the region.

**Conclusions.** Preservation and revival of historical parks of Vinnytsia is a key task that requires a comprehensive approach and active participation of local communities and authorities. Historic parks have important cultural and natural significance, but their current condition requires immediate action to preserve authenticity. The successful restoration of parks depends on attracting financial resources, developing volunteer initiatives and raising public awareness. At the same time, historical parks have a significant potential for the development of cultural and ecological tourism, which will contribute to the economic growth of the region. Long-term sustainable development strategies should ensure the preservation of these unique objects for future generations, integrating them into the modern life of the community and preserving the cultural heritage of Vinnytsia.

### References

1. Гудзевич А.В. Природно-заповідна Вінниччина. Вінниця: Консоль. 2010. 128 с
2. Денисик Г.І. Вінниця та її околиці. Вінниця: ПП «Видавництво «Геза». 2008. 128 с.
3. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Циганська О.І. Циганський В.І. Газони. Технологічні особливості створення та експлуатації. ВНАУ. 2020. 293 с.
4. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: Підручн. Львів: Світ, 2005. 456 с.
5. Кучерявий В.П., Дудин Р.Б.. Озеленення населених місць. Методичні рекомендації для виконання практичних завдань. Львів, НЛТУ України, 2007 р. 44 с.

6. Мазур В.А, Прокопчук В.М., Панцирева Г.В. Перспективність створення колекції півоній на базі Ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. - 2018. № 10. С. 5-18.

7. Мудрак О.В. Еталони природи Вінниччини. Вінниця: ТОВ «Консоль». 2015. 540 с.

**Анастасія БЕВЗ<sup>66</sup>,**  
студентка 3-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЗАПОВІДНІ ТЕРИТОРІЇ ТУЛЬЧИНСЬКОГО РАЙОНУ ТА ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ**

***Анотація.** Природно-заповідний фонд України – ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонових моніторингу навколишнього природного середовища. У статті проаналізовано заповідні території Тульчинський район.*

***Anotation.** The Nature Reserve Fund of Ukraine – areas of land and water space, natural complexes and objects that have a special environmental, scientific, aesthetic, recreational and other value and are allocated for the purpose of preserving the natural diversity of landscapes, the gene pool of animal and plant life, maintaining the general ecological balance and provision of background monitoring of the natural environment. And in this article, I want to talk about the protected areas of my native district, which is located in the heart of Podillia, namely the city of Tulchyn district.*

***Вступ.** Заповідні території – території, на яких встановлено особливий режим охорони та використання з метою їх збереження. В Україні виділяють природні заповідні території та об'єкти і заповідні об'єкти культурної спадщини. Природні заповідні території та об'єкти створено з метою збереження унікальних і типових природних ландшафтів, генофонду рослинного і тваринного світу, сприятливих екологічних умов; сприяння збереженню, відтворенню та збагаченню відновлюванню природних ресурсів;*

---

<sup>66</sup>Науковий керівник: Ткачук О.П., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ

збереження природних і слабо окультурених ландшафтів для оздоровлення та відпочинку людей. Заповідні території використовують як базу для проведення стаціонарних наукових досліджень, еталоном унікальних і типових природних комплексів у співставленні з прилеглими, зміненими господарською діяльністю ландшафтами, екології видів рослинного і тваринного світу; розроблення рекомендацій щодо забезпечення сталого розвитку територій охорони природи, раціонального природокористування, екологічної безпеки; проведення моніторингу навколишнього природного середовища; пропаганди охорони природи, тощо.

Відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991) та «Про природно-заповідний фонд України» (1992) природні Заповідні території в Україні формують природно-заповідний фонд як особливий об'єкт правового регулювання, охорони та використання. Виділяють такі категорії і типи територій та об'єктів природно-заповідного фонду: природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, заказники, пам'ятки природи, ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, регіональні ландшафтні парки, заповідні урочища. Заказники, пам'ятки природи, ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки та парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва залежно від їх екологічної, наукової, історично-культурної цінності можуть бути загально-державного або місцевого значення.

**Виклад основного матеріалу.** Тульчинський район розташований в південно-східній частині Вінницької області, яка у фізико-географічному відношенні належить до лісостепової зони, в південній частині Подільського плато, переважно вздовж річок Південний Буг та Сільниця. Адміністративним центром району є м. Тульчин, віддалене від обласного центру (м. Вінниця) на 80 км. Загальна протяжність автомобільних шляхів по району становить 406,7 км. В районі знаходиться 3 залізничних станції. Загальна довжина лінії залізниць близько 55 км. Є три залізничні станції: Журавлівка, Юрківка, Кирнасівка (рис. 1.).



*Рис. 1. Карта Тульчинського району*

Територія району становить 1124 км<sup>2</sup>, або 4,3 % до загальної площі Вінницької області. Загальна площа водного басейну становить 2402 га. Лісові площі становлять 19205 га, переважно дубово-грабові ліси. На території району існує 13 заповідних об'єктів площею 877,02 га, один із них загальнодержавного значення (582 га) і 12 місцевого значення. На території району розташовані значні запаси корисних копалин: граніт – 21,8 га, глина – 15,8 га, пісок – 60 га.

Природно-заповідний фонд Тульчинського району налічує 16 заповідних територій.

Алея вікових лип – ботанічна пам'ятка природи місцевого значення в Україні. Об'єкт природно-заповідного фонду Вінницької області. Розташована межах колишніх Вінницького, Літинського, Немирівського і Тульчинського районів Вінницької області та міста Вінниці. Набула статусу пам'ятки природи у 1984 році. Алея тягнеться від с. Дяківці колишнього Літинського району через села Громадське, Літинські Хутори, смт. Літин, села Садове, Петрик, Лукашівка Літинського району, села Ксаверівка, Лисогора, Якушинці, Зарванці Вінницького району, м. Вінниця, села Щітки, Писарівка, Комарів, смт Вороновиця Вінницького району, села Чаульське, Кудлаї, Супрунівка, Гунька Немирівського району на м. Немирів і далі через села Велика Бушинка, Вовчок (Зарудинецька сільська рада), Чуків, Вовчок (Вовчоцька сільська рада), смт Брацлав, села Гриненки Немирівського району Нестерварка Тульчинського району до Тульчина. Її загальна протяжність становить 140 км, площа – 140 га, в тому числі у Вінницькому – 27 га, Літинському – 29,8 га, Немирівському – 57,6 га, Тульчинському – 21,8 га, м. Вінниці – 3,8 га. Вік дерев становить від 250 до 300 років, проте, вік окремих дерев може сягати понад 300-400 років. За однією з версій дерева були висаджені солдатами за наказом князя Григорія Потьомкіна, щоб Катерини II, подорожуючи до Криму з прусськими, французькими та іншими послами, могла побачити, що він перетворює цей край у цивілізований куточок. Проте документального підтвердження ця версія немає, а навпаки є джерела, за якими в час, коли вона подорожувала до Криму, ці землі належали Польщі, а її шлях до Криму проходив по Дніпру [1].

Дранка – ботанічний заказник місцевого значення в Україні. Розташований на території Дранської сільської ради Тульчинського району Вінницької області. Площа 22,2 га. Оголошений відповідно до рішення 13 сесії Вінницької обласної ради 22 скликання № 903 від 26.12.1997 р. Перебуває у віданні: Дранська сільська рада. На південній межі ділянки простягається глибока балка площею 6 га. На даній ділянці ґрунтовий покрив становить: темно-сірі та чорноземні опідзолені середньозмитіважкосуглинисті ґрунти. На даній території ділянка природної степової рослинності, де значне місце поряд з вузьколистими злаками займають бобові та різнотрав'я, а також малопоширені рослини – тонконіг лісовий, зірочник ланцетолистий, копитняк європейський, глуха кропива, фіалка. Серед бобових найпоширеніші: конюшина альпійська і тонколиста, люцерна румунська. У складі різнотрав'я переважають: горицвіт весняний, гадючник шестипелюстковий, молочай степовий. На південній околиці ділянки трапляються степові чагарники [2].



Урочище «Журавлівська Дача» - ботанічний заказник загальнодержавного значення. Розташований у межах Тульчинського району Вінницької області, на південь від села Журавлівка. Площа 582 га. Створений у 1982 р. Перебуває у віданні ДП «Тульчинське лісомисливське господарство». Охороняються лісовий масив – високопродуктивна грабова діброва, яка є еталоном подільських мезофітних лісів. У деревостані, крім домінуючих порід, значну роль відіграє ясен, трапляється явір та рідкісний реліктовий вид – берека. Особливу цінність становить грабова діброва скополієва, де у трав'яному покриві домінує скополіякарніолійська. У заказнику також зростає цибуля ведмежа і трапляється підсніжник звичайний, види, занесені до Червоної книги України.

Ковалева – ландшафтний заказник місцевого значення. Оголошений відповідно до Розпорядження Вінницької ОДА від 22.12.1995 р. № 200. Розташований між селами Маяки і Суворовське Тульчинського району Вінницької області. Охороняється природний комплекс на схилах безіменного струмка з своєрідною степовою флорою і фауною. Заказник знаходиться у верхів'ї водозбору колишнього колгоспного ставка і використовується для випасу худоби та сінокосіння. Тут ростуть такі малопоширені рослини, як півники болотні, анемона лісова, пухівка піхвова та інші. Дане урочище являє собою куточок дикої природи, де знаходять притулок пернаті – кулики, сірі чаплі, качки, плиски[3].

Суворівська криниця – гідрологічна пам'ятка природи місцевого значення. Розташована на території Кинашівської сільської ради Тульчинського району Вінницької області між селами Кинашів та Нестерварка. Оголошена відповідно до Розпорядження Вінницької ОДА від 22.12.1995 р. № 200. Охороняється цінне джерело ґрунтової води доброї смакової якості. За словами старожилів джерело було обладнане гранітними плитами солдатами Суворова, про що свідчать написи на пам'ятних каменях. Живить струмок, що впадає у р. Сільниця. Шпиківська дубина – ботанічна пам'ятка природи місцевого значення. Оголошена відповідно до Рішення Вінницького облвиконкому №384 від 18.08.1983 р. Розташована у лісовому масиві поблизу с. Левківці Тульчинського району Вінницької області (Шпиківське лісництво, кв.89, діл. 3). Охороняється ділянка насадження дуба звичайного штучного походження віком 95 років.

Прибузький заказник – ландшафтний заказник місцевого значення в Україні. Розташований на північний схід від села Печера Тульчинського району Вінницької області. Площа 62,3 га. Оголошений відповідно до Рішення 13 сесії Вінницької облради 22 скликання від 26.12.1997 року. Перебуває у віданні Печерської сільської ради. За фізико-географічним районуванням України (1968 р.) територія заказника належить до Гнівансько-Гайсинського району області Подільського Побужжя Волино-Подільської височини Дністровсько-Дніпровської лісостепової зони. Для цієї області характерні розчленовані глибокими долинами лесові височини з сірими опідзоленими ґрунтами, тобто з геоморфологічної точки зору описувана територія являє

собою ерозійно-аккумулятивно-денудаційну сильно хвилясту рівнину. В межах заказника по правому березі р. Південний Буг відслонюються граніти у вигляді вертикальних стінок висотою 30-35 метрів. Експозиція переважно північна. Спостерігається чергування відкритих та вкритих лісом ділянок. На кам'яних стінках утворюються різні форми мікрорельєфу – вертикальні та горизонтальні тріщини, полиці різного розміру (0,5-2 м), що створює строкатість еколого-топологічних умов і обумовлює формування різних рослинних угруповань [4].

Загальна площа усіх заповідних територій Тульчинського району складає: Алея вікових лип – 21,8 га. Дранка (заказник) – 22,2 га. Журавлівська (дача) – 582 га. Ковалева (заказник) – 25 га. Мазуровецька дубина – 133 га. Марусине (заказник) – 12 га. Печерський парк – 19 га. Прибузький заказник – 62,3 га. Софора японська – 0,07 га. Суворівська криниця – 0,02 га. Три криниці – 0,03 га. Урочище «Березів яр» - 107 га. Урочище «Гора Дубина» - 4,2 га. Урочище (Дзерівка) – 11,9 га. Урочище «Федьківське» - 129 га. Шпиківська дубина – 2,3 га. Таким чином район має 1131,82 га загальної площі заповідних територій.

Збереження територій та об'єктів природно-заповідного фонду забезпечується різноманітними способами, зокрема встановленням заповідного режиму; організацією систематичних спостережень за станом заповідних природних комплексів та об'єктів; проведенням комплексних досліджень; додержанням вимог щодо охорони територій та об'єктів природно-заповідного фонду під час здійснення господарської, управлінської та іншої діяльності, розробкою проектної і проектно-планувальної документації, землевпорядкування, лісовпорядкування, проведення екологічних експертиз, проведення інших заходів з метою збереження територій та об'єктів природно-заповідного фонду. Природно-заповідні території та об'єкти з додержанням вимог, встановлених чинним законодавством України можуть використовуватися: у природоохоронних цілях; науково-дослідних цілях; оздоровчих та рекреаційних цілях; освітньо-виховних цілях; для потреб моніторингу навколишнього природного середовища.

**Висновки.** Створення нових та розширення існуючих територій та об'єктів природно-заповідного фонду стане основою для формування екологічного каркасу регіону, сприятиме розвитку організованих форм рекреації і туризму, екологічної освіти, збереженню традиційних форм раціонального природокористування і сталого розвитку природно-територіального комплексу. Ці заповідні куточки формують національний характер. Усі виявлені території незайманої природи рідного краю неповторні, і тому потребують до себе особливої уваги людини.

### **Список використаної літератури**

1. Створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду, як шлях до збереження національного багатства України! URL: [ecologia.com/news/stvorennya-teritoriy-ta-objektiv-prirodno-zapovidnogo-fondu-yak-shlyah-do-zberezhennya](http://ecologia.com/news/stvorennya-teritoriy-ta-objektiv-prirodno-zapovidnogo-fondu-yak-shlyah-do-zberezhennya) (дата звернення 12.08.2024).

2. Природно-заповідний фонд України. URL: <https://pzf.land.kiev.ua/pzf3.html>(дата звернення 12.082024).

3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://mep.gov.ua/&ved=2ahUKEwuj7Y3sqPGHAXWWVvEDHed4BV4QFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1VN-tavcFiaZSbdXWUMDid>(дата звернення 12.08.2024).

4. Олещенко В.І. Заповідні території. Енциклопедія Сучасної України.

**Ярослав ЦАРЮК<sup>67</sup>**,  
студент 5 курсу денної форми навчання,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ПАСПОРТИЗАЦІЯ ҐРУНТІВ І ЗЕМЕЛЬ: ЗНАЧЕННЯ, МЕТОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТАЛОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ**

**Анотація.** *Стаття присвячена еколого-агрохімічній паспортизації ґрунтів і земель, яка є важливим інструментом для забезпечення сталого землекористування. Розглянуто основні методи проведення паспортизації, такі як аналіз агрохімічних показників (рН, вміст гумусу, макро- і мікроелементів) та використання сучасних технологій, включаючи дистанційне зондування і геоінформаційні системи (ГІС). Особливу увагу приділяється значенню паспортизації для підвищення аграрної продуктивності та збереження екологічного балансу. Обговорено основні проблеми та перспективи розвитку цього процесу, зокрема впровадження інноваційних методів моніторингу ґрунтів і вдосконалення законодавчої бази. Стаття підкреслює важливість еколого-агрохімічної паспортизації для раціонального використання земельних ресурсів та збереження їх родючості в умовах сучасних екологічних викликів.*

**Ключові слова:** *паспортизація ґрунтів, основні методи проведення паспортизації.*

**Abstract.** *This article is dedicated to the ecological and agrochemical soil and land passporting, an essential tool for sustainable land use. It examines the primary methods of passporting, such as analyzing agrochemical indicators (pH, humus content, macro- and microelements) and utilizing modern technologies including remote sensing and geographic information systems (GIS). The significance of passporting for enhancing agricultural productivity and preserving ecological balance is discussed. The article also addresses key challenges and development*

---

<sup>67</sup>Науковий керівник: Шкатула Ю. М., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

*prospects, including the implementation of innovative soil monitoring methods and the improvement of regulatory frameworks. It emphasizes the importance of ecological and agrochemical passporting for the rational use of land resources and maintaining their fertility amidst contemporary environmental challenges.*

**Keywords:** *certification of soils, main methods of certification.*

**Вступ.** Еколого-агрохімічна паспортизація ґрунтів і земель є важливим інструментом для моніторингу стану ґрунтів, їхньої родючості та екологічної безпеки. Актуальність цього питання зумовлена сучасними викликами в аграрному секторі, такими як деградація ґрунтів, зростання попиту на продовольство та необхідність збереження природних ресурсів [1, 3, 6]. Еколого-агрохімічна паспортизація являє собою систематичний процес дослідження фізико-хімічних властивостей ґрунтів з метою документування їх стану, аналізу агрохімічних показників та оцінки екологічних аспектів землекористування. Основною метою паспортизації є створення бази даних, яка дозволяє здійснювати раціональне управління земельними ресурсами, підтримувати їхню родючість і забезпечувати сталий розвиток сільського господарства [2, 4, 5].

Виклад основного матеріалу. Значення еколого-агрохімічної паспортизації полягає насамперед в оцінці родючості ґрунтів. Завдяки аналізу фізичних, хімічних і біологічних характеристик, можна отримати точні дані про потенціал ґрунтів для вирощування різних сільськогосподарських культур. Це дозволяє агровиробникам оптимізувати використання ресурсів, зменшувати витрати на добрива і підвищувати врожайність. Важливу роль відіграє також екологічна складова паспортизації, яка полягає в моніторингу забруднення ґрунтів важкими металами, пестицидами та іншими шкідливими речовинами, що дає змогу зберігати екологічний баланс і запобігати негативному впливу на навколишнє середовище.

Методи еколого-агрохімічної паспортизації включають кілька ключових етапів: вибір ділянок для обстеження, відбір проб ґрунту, лабораторний аналіз і складання карт родючості. Серед основних агрохімічних показників використовують рівень рН для визначення кислотності або лужності ґрунту, вміст гумусу для оцінки органічної речовини та аналіз макро- і мікроелементів (азот, фосфор, калій). Ці показники дозволяють визначити, які добрива і в яких кількостях потрібно вносити для збереження родючості. Сучасні технології, зокрема дистанційне зондування землі за допомогою супутників та використання геоінформаційних систем (ГІС), дозволяють отримувати точніші дані про стан ґрунтів і створювати цифрові карти їхніх характеристик [5].

Еколого-агрохімічна паспортизація відіграє ключову роль у забезпеченні сталого землекористування. Вона дозволяє аграріям раціонально використовувати земельні ресурси, уникати їх виснаження та підтримувати довгострокову продуктивність. Завдяки точній інформації про поживний склад ґрунтів можна оптимізувати системи удобрення і захисту рослин, що зменшує використання хімічних препаратів та мінімізує їхній негативний вплив на

довкілля. Окрім того, паспортизація сприяє збереженню біорізноманіття, підтримуючи екосистемні функції ґрунтів і забезпечуючи стале виробництво.

Незважаючи на значні переваги еколого-агрохімічної паспортизації, існують певні проблеми та виклики, які заважають її широкому впровадженню. Насамперед це нестача фінансових і людських ресурсів, що обмежує можливості малих господарств або окремих сільських громад проводити детальні дослідження. Крім того, є складнощі з доступом до точних даних і необхідністю їх регулярного оновлення, оскільки стан ґрунтів змінюється під впливом різних факторів, включаючи кліматичні зміни. Останній фактор також впливає на результати паспортизації, що потребує постійного перегляду і коригування стратегії землекористування.

Перспективи розвитку еколого-агрохімічної паспортизації ґрунтів передбачають використання новітніх технологій, таких як дрони, лазерні сканери, біотехнологічні методи, які підвищують точність аналізу і спрощують процес моніторингу. Крім того, важливим аспектом є вдосконалення законодавчої бази, що зобов'язує агровиробників проводити паспортизацію своїх земель, а також використовувати її результати для забезпечення сталого землекористування. Важливо також впроваджувати міжнародний досвід, адаптуючи найкращі практики і стандарти для підвищення якості управління земельними ресурсами.

Приклади еколого-агрохімічної паспортизації ґрунтів та земель в Україні:

1. Проект "Агрохімічна паспортизація земель в Україні": Цей проект був реалізований в рамках національної аграрної політики та направлений на проведення комплексних досліджень агрохімічного стану ґрунтів по всій території України. Метою проекту було визначення рівня родючості ґрунтів, виявлення проблемних зон та розробка рекомендацій для підвищення їх ефективності.

2. Система моніторингу ґрунтів в Україні: Відповідно до програми Міністерства екології та природних ресурсів України, була створена система моніторингу ґрунтів, що включає регулярний збір та аналіз даних про хімічний і фізичний стан ґрунтів. Це допомагає у виявленні змін у якості ґрунтів і забезпечує своєчасне коригування агрономічних практик.

3. Державний реєстр земель сільськогосподарського призначення: У рамках цього реєстру здійснюється паспортизація земель, що включає збір і обробку даних про типи ґрунтів, їх агрохімічні властивості та поточний стан. Це дозволяє ефективно планувати землекористування і забезпечувати контроль за якістю земель.

4. Науково-дослідні інститути та університети: Такі заклади, як Національний університет біоресурсів і природокористування України (НУБіП) та Інститут агроекології і природокористування НААН, активно займаються дослідженнями і розробкою методик агрохімічної паспортизації, проводять лабораторні випробування та публікують результати своїх досліджень.

5. Проект «Ґрунти України»: Це науково-інформаційний проект, що має на меті картування агрохімічних характеристик ґрунтів по всій Україні. Проект

передбачає створення інтерактивних карт і баз даних, що дозволяє агрономам і фермерам отримувати актуальну інформацію про стан ґрунтів.

Ці приклади демонструють різні аспекти еколого-агрохімічної паспортизації в Україні і підкреслюють важливість цієї діяльності для забезпечення сталого розвитку сільського господарства і збереження якості земельних ресурсів.

Висновки. Підсумовуючи, еколого-агрохімічна паспортизація є важливим інструментом для забезпечення раціонального використання земель, підвищення врожайності та збереження екологічного балансу. Її впровадження дозволяє створити умови для сталого розвитку сільського господарства, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і зберегти біорізноманіття. Подальші дослідження і впровадження новітніх методів аналізу ґрунтів, разом з удосконаленням нормативно-правової бази, забезпечать ефективне управління земельними ресурсами та їх збереження для майбутніх поколінь.

### **Список використаної літератури**

1. Хімічна паспортизація ґрунтів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: . 20.08.2024 р.

2. Інструкція з агрохімічної паспортизації земель [Електронний ресурс]. – Режим доступу: . 22.08.2024 р.

3. Система еколого-агрохімічної паспортизації ґрунтів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: . 22.08.2024 р.

4. Оцінка екологічного стану ґрунтів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: . 26.08.2024 р.

5. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, «Друк» 2020. 536 с.

6. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика). Вінниця: «Друк», 2022. 392 с.

**Олег ТИМЧУК<sup>68</sup>,**  
студент 2-го року навчання,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
ННІ Агротехнологій та природокористування,  
Вінницький національний аграрний університет,  
Вінниця, Україна.

## **ВПЛИВ ПОВНОМАШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ**

***Анотація.** Сьогодні світ стоїть на межі екологічної катастрофи. З кожним роком спека б'є рекордні температури, танення льодовиків збільшує рівень води, океани та моря забруднюються. І через це зникають унікальні представники тваринного та рослинного світу. З такими темпами ми винищим природу до такого стану, що не зможемо її відновити. І найгірше, що в такій ситуації можуть зробити люди – це розв'язати війну, тим самим зробити крок назад у відновленні природи і поставивши під сумнів світле майбутнє нашої планети. Саме це зробила росія 24 лютого. У цій статті проаналізовано, як військова діяльність росії впливає на навколишнє середовище України, але перед цим варто зазначити, що коли мова йде про екологію – то кордонів немає, страждає один регіон, це відчують інші.*

***Abstract.** Today, the world is on the brink of an ecological disaster. Every year, the heat hits record temperatures, the melting of glaciers increases the water level, the oceans and seas are polluted. And because of this, unique representatives of the animal and plant world are disappearing. At this rate, we will destroy nature to such a state that we will not be able to restore it. And the worst thing that people can do in such a situation is to start a war, thereby taking a step back towards the restoration of nature and questioning the bright future of our planet. This is exactly what russia did on February 24. This article analyzes how russia's military activities affect the environment of Ukraine, but before that it should be noted that when it comes to ecology, there are no borders, one region suffers, others feel it.*

***Вступ.** Із перших днів вторгнення росіян ми фіксуємо всю шкоду, яку вони наносять українському довкіллю. Це і підриви складів паливно-мастильних матеріалів, сховищ нафтопродуктів з відповідними наслідками для довкілля. Це і авіаудари по підприємствах, які використовують небезпечні хімічні речовини у виробництві. Це і пошкодження та руйнування очисних споруд, і вилив стоків у наші водойми, а також пошкодження ґрунтового покриву, горіння лісів – особливо на територіях природно-заповідного фонду. Так за офіційними джерелами ресурсу «ЕкоЗагроза» довкіллю України була завдана шкода у розмірі 441 млрд.грн.*

---

<sup>68</sup>Науковий керівник: Ткачук О.П., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ

**Виклад основного матеріалу.** Крім прямих наслідків війни є ще непрямі – це втрачені можливості для озеленення країни. Кошти, які в державі планували витратити на енергоефективність, зелену економіку, відновні джерела енергії, створення нових заповідників, збереження видів, зараз витрачають на військові дії.

Тисячі гектарів українських земель зазнали бомбардувань під час повномасштабного вторгнення Росії в Україну. А ще сотні тисяч гектарів окупанти спалили разом із урожаєм. Це ті пошкодження, які візуально помітні, але є ще й хімічний аспект, адже кожен вибух снаряда на полі утворює вибухову хвилю та хімічне забруднення ґрунту. Для природного відновлення земельних ресурсів від окремих забруднень потрібні сотні років. За даними «ЕкоЗагроза» збитків пов'язаних із землею понад 2 млрд.грн. Це може мати негативні наслідки для господарства і екосистеми.

В природі все пов'язано і перебуває в постійному колообігу, тож забруднення атмосфери – це водночас забруднення вод і ґрунтів. Але останні страждають особливим чином під час військових конфліктів. Будівництво військових баз і використання важкого пошкоджують ґрунти та знищують рослинний покрив. Кожна детонація снаряда чи ракети – це не лише випуск, хімічного коктейлю в середовище, а й цілковите знищення всіх тварин, рослин і мікроорганізмів у радіусі ураження. Понівечені території можуть не тільки не відновитися після завершення конфлікту, а й стати джерелом забруднення прилеглих територій і поширення інвазивних видів. Ми також вже встигли надивитися на розмаїття кольорових вибухів з витоком азоту чи аміаку. Звісно, держава робить акцент на тому, як захиститися від отруєння. Але надмірний витік цих речовин має й більш далекоглядні наслідки: знищує рослини, вбиває водне життя та забруднює питну воду.

Очевидно, результат вибуху чи пожежі – це не просто  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  як в шкільному підручнику. Кількість атмосферних забрудників залежить від того, що саме вибухає і як довго горить. Під час детонації та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук, зокрема чадний газ (CO), вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), закис азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), формальдегід ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), пари ціанистої кислоти (HCN), а також велика кількість токсичної органіки. При вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу, де мігрують світом і спричиняють подальші кислотні дощі.

Звісно, метою ракет і снарядів є не просто детонація, а знищення ворожої техніки чи об'єктів. Наприклад, вони цілять в екологічно небезпечні інфраструктурні об'єкти. Лише за перший місяць війни було зафіксовано атаки українських тепло- та гідроелектростанцій, руйнування газопроводів, обстріли водоочисних споруд, хімічних заводів і складів.

Оперативний штаб при нараховує вже більше ніж двадцять обстрілів нафтобаз у доступних для аналізу регіонах України. Згідно тверджень екологів, під час однієї пожежі на нафтобазі виділяється приблизно стільки ж атмосферного забруднення, скільки виробляє весь транспорт Києва за місяць.



Серед забрудників: вуглеводні, діоксид азоту, сірчистий ангідрид, сірководень, формальдегід і сажа. Коротко кажучи, рецепт надійного онкококтелю.

Згідно з інформацією від Міністерства охорони довкілля, 20% всіх природоохоронних територій України уражено війною. Майже мільйон гектарів заповідних площ потерпають від конфлікту, а 812 заповідників перебувають у небезпеці. Очевидно, виміряти повний масштаб руйнувань наразі неможливо, але деякі наслідки вже відомі. Наприклад, на території України знаходяться заповідники Смарагдової мережі, де живе чимало тварин під загрозою вимирання. Зараз у них мав би бути сезон розмноження, але все їхнє українське середовище перетворилося на зону бойових дій. У зоні активних боїв також знаходяться водно-болотні угіддя України, захищені Міжнародною Рамсарською конвенцією. Вони є найбільш вразливою екосистемою у світі, і від них залежить існування переважної частини тварин, що знаходяться під загрозою вимирання. А найвагоміша для нас функція водно-болотних угідь – це запобігання повеням.

Експедиції та визначення стану морів наразі і. Але й без цього зрозуміло, що ситуація в акваторії Чорного та Азовського морів критична. Внаслідок великої кількості робочих і затоплених військових кораблів, а також замінувань, вибухів і виливу токсичних речовин, якість води суттєво впала. Цього року дельфінів масово викинуло на узбережжя України, Болгарії, Румунії та Туреччини – і однією з можливих причин є вплив на них корабельних радіочастот. Ба більше, існує загроза повного вимирання Азовського моря через тривалі обстріли і пошкодження споруд заводу Азовсталь.

Не дарма навколишнє середовище називають «мовчазною жертвою конфліктів». Але аналітики вже характеризують нинішній конфлікт поняттям «екоцид». Це означає навмисне руйнування довкілля, яке може спричинити екологічну катастрофу – фактично, використання природи в якості зброї. Подібні дії під час військового конфлікту заборонені. Але від початку повномасштабного вторгнення, було зафіксовано чимало дій російських військ, які відповідають визначенню екоцид. Від захоплення АЕС та спалення лісів поблизу Чорнобиля, до підриву нафтобаз і сховища аміаку після невдалого штурму Сум. Може здатися, що говорити про екологію під час активних бойових дій, коли щодня вмирають сотні людей – невчасно. Але екологи, експерти з міжнародного права з цим не згодні. Ведення екологічної війни – це намагання знищити майбутнє людей і здатність країни відновитися. Відсутність чистої води та забруднення ґрунтів унеможливує вирощування сільськогосподарських культур і економічне відновлення держави. Токсичні речовини провокують хвороби у цілих поколінь, а викиди парникових газів прискорюють кліматичну кризу та ставлять під загрозу людей всього світу, не тільки України.

Найлегше рішення безпечно для людей та екосистем – просто залишити забруднені боеприпасами території. Як це, наприклад, зробили у Червоній зоні (Zone Rouge фр.) у північно-східній Франції. Понад 1200 км<sup>2</sup> родючої французької землі в районі Верденської битви були визнані владою як «повністю порушені», була введена сувора заборона доступу; територію було

класифіковано за ступенем ушкодження. Згодом шляхом очищення площу особливо ураженої зони вдалося знизити до 100 км (приблизно розміром з Париж), втім, туди все ще заборонено в'їжджати і використовувати землю в сільському господарстві. Для місцевих аграріїв та селян, безумовно, це була величезна втрата. Адже перед тим, як територія поблизу Вердена стала полем бою, це був розвинений сільськогосподарський регіон, усіяний маленькими селами. Тому спокуса повернути землі в обіг, а цим і підняти економіку країни була дуже сильною. Перша промислова свиноферма тут була створена ще 1929 року у менш небезпечній зоні. Втім, фермери із повторно заселених «жовтих» і «блакитних» зон досі ризикують своїм здоров'ям, підриваючи трактори на столітніх мінах, що не розірвалися. Хоча роботи з розмінування ще не зупинені, місцева влада дає оцінку в 300-700 років, які необхідні для повного очищення території нинішніми темпами.

Масштаби забруднення та пошкодження ґрунтів в окремих районах Сходу та Півдня України, що сталися навесні 2022 року під час російсько-української війни, – не менше масштабів подій у Вердена, які відбувалися століттям раніше. Незалежно від економічного статусу країни, по всьому світу мільйони мінних гектарів залишаються під заборонаю – у Північній Африці, Азії, Південній Америці та Європі. У Лівії третина суші вважається начиненою наземними мінами та боеприпасами, які не розірвалися під час Другої світової війни. Зазвичай держави, землі яких серйозно постраждали від обстрілів, пропонують альтернативу «вибуховому» фермерству – вилученню таких територій з обігу. Таке рішення ухвалила Франція в 1918 році, країни Балканського півострова після війни 1999 (через забруднення ґрунтів від розривів снарядів було вилучено із с/г використання 120 000 га та 2,5 млн га земель відповідно) та деякі інші. З огляду на хімічне, а іноді й радіоактивне забруднення ґрунту та води, у різних місцях природа відновлюється по-різному. У деяких місцях «Червоної зони» рослинність не може відновитися вже більше століття.

**Висновки.** Отже, саме тому про ці злочинні дії необхідно не лише повідомляти у відповідні органи, а й кричати на весь світ. Так у нас буде шанс якомога швидше це зупинити, а потім покарати всіх відповідальних. Тож не опускаймо руки, а діймо. Наразі збір інформації про екологічні злочини здійснюється на платформі SaveEcoBot. Завдяки йому можна конфіденційно повідомити про них Оперативний штаб Міндовкілля для подальшого формування позовів до Міжнародного суду ООН і відшкодування збитків країною-агресором. Нумо розголошувати ситуацію на весь світ, бо саме так ми підтримуємо увагу до України та нашої боротьби.

### Список використаної літератури

1. Решетило О. Як бойові дії впливають на екосистеми, та чи зможе природа відновитися самостійно. URL: (дата звернення: 20.02.2024).
2. Омельчук О., Садогурська С. Як воєнне вторгнення росії впливає на довкілля України? URL: (дата звернення: 28.01.2024).

3. Шевченко А.В., Криворучко Д.О., Бойко О.В. Оцінка екологічної шкоди, завданої воєнними діями, та шляхи відновлення довкілля. (дата звернення: 18.03.2024).

4. Звіт про стан довкілля в Україні за 2022 рік. Міністерство довкілля та природних ресурсів України (дата звернення: 08.09.2024).

**Марія СТЕБЛИНА<sup>69</sup>,**  
студентка 2-го курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ**

***Анотація.** У роботі досліджено розвиток садово-паркового мистецтва від давніх цивілізацій до сучасності та його вплив на формування урбаністичних просторів у різних історичних епохах. У публікації розглянуто основні етапи еволюції цього мистецтва, починаючи від античності, через епоху Відродження, бароко і класицизм, до сучасних тенденцій ландшафтного дизайну. Дана тема актуальна через збільшення рівня урбанізації, та потребу створення комфортних, екологічно чистих і естетичних зон відпочинку в містах.*

***Ключові слова:** садово – паркове мистецтво, ландшафт, англійський парк, класичний парк, сади Семіраміди.*

***Anotation.** The paper examines the development of garden and park art from ancient civilizations to the present day and its impact on the formation of urban spaces in various historical epochs. The publication discusses the main stages of the evolution of this art, starting from antiquity, through the Renaissance, Baroque, and Classicism, to modern trends in landscape design. This topic is relevant due to the increasing level of urbanization and the need to create comfortable, environmentally friendly, and aesthetically pleasing recreational areas in cities.*

***Ключові слова:** садово – паркове мистецтво, ландшафт, англійський парк, класичний парк, сади Семіраміди.*

***Key words:** garden and park art, landscape, English park, classical park, gardens of the Semiramis.*

***Вступ.** Садово-паркове мистецтво є однією з найдавніших форм архітектурного і ландшафтного дизайну, що виникло ще в часи перших цивілізацій. Від стародавніх єгипетських і месопотамських садів до сучасних*

---

<sup>69</sup>Науковий керівник: Антоніна Піддубна доктор філософії з агрономії, асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства.

міських парків, ця форма мистецтва завжди відображала соціальні, культурні та естетичні потреби суспільства. Сади і парки стали невід'ємною частиною культурної спадщини, служили не лише місцем відпочинку, а й демонстрацією влади, багатства та гармонії з природою.

У сучасному світі садово-паркове мистецтво набуло нового значення. Умови постійної урбанізації та технологічного прогресу збільшують потребу в зелених зонах, які не лише покращують естетичне середовище міста, але й сприяють фізичному і психічному здоров'ю людей. Дослідження історії цього мистецтва дозволяє краще зрозуміти, як його розвиток впливав на культурний ландшафт і яким є його значення в сучасному суспільстві.

**Виклад основного матеріалу.** Садово-парковий дизайн має давню і багату історію, яка починається ще з ранніх цивілізацій, коли люди вперше почали формувати природний ландшафт для задоволення естетичних і практичних потреб. Сади та парки завжди відігравали важливу роль у житті людини, надаючи простір для відпочинку, медитації та соціальної взаємодії.

Перші згадки про садово-паркове мистецтво зустрічаються у стародавньому Єгипті та Месопотамії. Єгипетські сади використовувалися для релігійних церемоній та відпочинку фараонів. Вони мали чіткі геометричні форми, поєднуючи басейни, алеї та тераси з декоративними деревами та квітами. В Месопотамії славнозвісні Висячі сади Семіраміди були зразком розкішного садово-паркового дизайну, який поєднував архітектуру та природу на багатьох рівнях [1].

У Персії садово-паркове мистецтво набуло високого рівня розвитку, що яскраво відображено у перських садах — "чахарбаг" (чотири сади), символі ідеального світу. Перські сади поєднували чіткі осі з водними каналами, які розділяли простір на регулярні частини, символізуючи гармонію між людиною та природою [1].

Давньогрецька та римська культури також значно вплинули на розвиток садово-паркового дизайну. У Давній Греції сади були скромнішими за розмірами і часто створювалися при храмах або філософських школах. Вони символізували гармонію та спокій.

Римські сади, навпаки, були більш розкішними і величними. Вілли римських патриціїв оточували великі парки з терасами, скульптурами, фонтанами та павільйонами. Ці сади стали символом багатства та соціального статусу, але також використовувалися для відпочинку та насолоди природою.

Після падіння Римської імперії садово-паркове мистецтво пережило деякий занепад у Європі. Однак у монастирях почали виникати так звані "монастирські сади", де вирощували лікарські рослини, овочі, а також декоративні рослини для медитації та відпочинку.

У той самий час в ісламському світі, особливо в Іспанії та на Близькому Сході, сади продовжували розвиватися. Мусульманські сади, такі як сади Альгамбри, відомі своєю витонченою симетрією та використанням води як основного декоративного елемента.

Епоха Відродження в Італії повернула інтерес до класичної античності. Італійські сади цього періоду, такі як сади Боболі у Флоренції, відзначалися чіткою симетрією, регулярними формами та багатими скульптурними композиціями. Сади стали частиною архітектурних ансамблів палаців, а також використовувалися для проведення прийомів та розваг.

У цей період садово-парковий дизайн набув концептуального значення, відображаючи ідеї гармонії та порядку, що були важливими для ренесансного мислення [1, 2].

У XVII столітті, під час епохи бароко, садово-паркове мистецтво досягло нових вершин у Франції. Сади Версаля, спроектовані Андре Ленотром для короля Людовіка XIV, стали зразком барокового стилю: величезні простори, чітка геометрія, грандіозні фонтани та скульптури. Барокові сади були призначені для демонстрації влади та впливу.

У XVIII столітті з'являється нова течія — англійський пейзажний стиль. На відміну від геометричних форм бароко, англійські сади відзначалися природною красою. Вони імітували дикі пейзажі з штучними озерами, пагорбами та хаотично розміщеними деревами. Такі сади підкреслювали природну красу і дозволяли людині відчути гармонію з довкіллям [1].

У XIX-XX століттях садово-паркове мистецтво зазнало змін під впливом урбанізації. Виникає необхідність створення публічних парків у великих містах, де мешканці могли б відпочити від шуму та метушні. Центральний парк у Нью-Йорку, створений Фредеріком ЛоуОлмстедом, є яскравим прикладом такого підходу. Цей парк був створений для забезпечення жителів міста зеленою зоною, де вони могли б насолоджуватися природою, не залишаючи меж мегаполісу.

У XXI столітті садово-парковий дизайн продовжує розвиватися з акцентом на екологічність та стійкість. Дизайнери приділяють увагу створенню зелених просторів, які поєднують естетику, функціональність та екологічні вимоги, зокрема використання місцевих рослин і ресурсів для підтримки біорізноманітності [2].

Садово-паркове мистецтво має важливе значення у сучасному суспільстві, оскільки воно виконує кілька ключових функцій, які стосуються як естетичних, так і екологічних, соціальних і психологічних аспектів життя людини. У міру зростання рівня урбанізації, потреба у створенні зелених зон стає все більш актуальною.

Зелені зони, такі як парки і сади, стають осередками спокою та відпочинку серед міського середовища. Вони дозволяють мешканцям мегаполісів втекти від шуму, забруднення і стресу, забезпечуючи простір для прогулянок, спорту, пікніків і соціальних взаємодій. Парки є важливим елементом у підтримці фізичного і психологічного здоров'я людей.

Садово-паркове мистецтво також має велику естетичну цінність. Ландшафтні дизайнери створюють простори, що не лише функціональні, але й красиві. Це сприяє формуванню приємного міського середовища, яке підвищує комфорт життя громадян і приваблює туристів. У багатьох містах світу сади та

парки є одними з головних туристичних визначних пам'яток (Версальські сади у Франції або Гайд-парк у Лондоні) [3].

Урбанізація часто супроводжується деградацією природного середовища. Садово-паркове мистецтво дозволяє створювати зелені оази у містах, що сприяють поліпшенню екологічної ситуації. Парки очищують повітря, знижують рівень вуглекислого газу і надають притулок для місцевої флори та фауни. Вони також грають важливу роль у регуляції міського мікроклімату, зменшуючи ефект міських "теплових островів".

Парки і сади є місцем, де люди можуть зустрічатися, спілкуватися та проводити час разом. У сучасних мегаполісах вони стали осередками соціальної активності, де проводяться культурні заходи, фестивалі, виставки та спортивні змагання. Садово-паркове мистецтво також відображає культурні особливості різних епох та національних традицій, забезпечуючи збереження історичної спадщини.

Також зелені простори мають позитивний вплив на психіку людини, вони допомагають знизити рівень стресу, тривожності та сприяють загальному психічному благополуччю. Відпочинок на природі або навіть проста прогулянка парком може значно поліпшити настрій і самопочуття. Крім того, садово-паркове мистецтво стимулює творчість та естетичну насолоду, допомагаючи людині відновлювати внутрішню гармонію.

Сучасні тенденції у садово-парковому дизайні часто орієнтовані на екологічні рішення. Використання місцевих рослин, стійких до кліматичних змін, зменшення витрат води через впровадження системи збору дощової води, а також створення екологічно чистих зон без використання шкідливих матеріалів – усе це допомагає підтримувати природний баланс і зменшити вплив людини на навколишнє середовище [4].

**Висновки.** Садово-паркове мистецтво в сучасному суспільстві виконує важливі функції, поєднуючи естетику, екологію та соціальні аспекти. Воно сприяє поліпшенню якості життя в містах, збереженню природного середовища, а також підтримує психічне здоров'я людей. У контексті сучасних викликів, таких як урбанізація та зміни клімату, значення зелених зон лише зростає, роблячи садово-паркове мистецтво необхідним елементом розвитку сучасного міського середовища.

Історія садово-паркового мистецтва – це багатогранний процес, який постійно змінювався під впливом культури, релігії та соціально-економічних факторів. Від перших садів у Давньому Єгипті та Месопотамії до сучасних екологічних проєктів, цей вид мистецтва відіграє важливу роль у створенні гармонії між людиною та природою, забезпечуючи простори для відпочинку, естетичного задоволення та збереження довкілля.

### Список використаної літератури

1. Кучерявий В.П. Історія ландшафтної архітектури : підручник. Львів: ПП Новий світ, 2024. 702 с.

2. Байрак О.М., Самородов В.М., Панасенко Т.В. Парки Полтавщини: історія створення, сучасний стан дендрофлори, шляхи збереження і розвитку. Наукове видання. Полтава : Верстка, 2007. 276 с.

3. Білоус В.І . Садово – паркове мистецтво. Коротка історія розвитку та методи створення художніх садів : Навчальний посібник для вузів. Київ: Науковий світ, 2001. 299 с.

4. Садово – паркове мистецтво. Велика Українська енциклопедія : веб-сайт. URL:[https://vue.gov.ua/садово-паркове мистецтво](https://vue.gov.ua/садово-паркове_мистецтво)(дата звернення: 05.09.2024).

**Natalya SYROTYUK<sup>70</sup>,**  
2th year student Faculty of Agronomy,  
Horticulture and Plant Protection,  
Vinnytsia National Agrarian University  
Vinnytsia, Ukraine

## **ADAPTATION AND MECHANISMS OF PLANT RESISTANCE TO DROUGHT**

***Annotation.** Plants grow on different continents of the planet and have developed various adaptive mechanisms over the years. They are forced to adapt to environmental conditions to grow, develop, and reproduce. Plants adjust to temperature, light, water, soil, wind, pests, and diseases. However, in drought conditions, the primary challenge is to adapt to the lack of moisture. In recent years, Ukraine has experienced dry periods caused by climate change. This phenomenon has negative consequences for agriculture. Crop yields decrease because plants cannot provide themselves with sufficient water. Therefore, this article will examine how drought affects the internal and external processes of plants, and what substances and mechanisms plants use to overcome dry periods.*

***Key words:** adaptation, drought, plant, adaptation mechanisms, osmolytes, glycine betaine.*

***Анотація.** Рослини зростають на різних континентах планети, і мають вироблені, на протязі років, різні адаптивні механізми. Вони змушені пристосовуватись до умов навколишнього середовища, для того щоб рости, розвиватись і розмножуватись. Рослини пристосовуються до умов температури, світла, води, ґрунту, вітру, шкідників та хвороб. Але в умовах посухи постає найголовніше завдання, адаптуватися до нестачі вологи. В Україні останнім часом спостерігаються посушливі роки, це явище спричинене зміною клімату. І має негативні наслідки для ведення сільського господарства. Врожайі зменшуються, через те що рослини не мають можливості*

---

<sup>70</sup>Academic supervisor: V.M. Malyk, teacher of the Department of Ukrainian and Foreign Languages of VNAU

забезпечити себе достатньою кількістю води. Тому, в даній статті буде розглянуто як посуха впливає на внутрішні та зовнішні процеси рослини. Які речовини та механізми рослина використовує для подолання посушливих періодів.

**Ключові слова:** адаптація, посуха, рослина, механізми пристосування, осмоліти, гліцин-бетайн.

**Introduction.** Plants are the most important basis of our planet Earth. After all, they provide us with food from which we get all the necessary elements for our body to function and develop. Plants produce oxygen, which is necessary for all living things, and without which the existence of our organisms is impossible, it is not for nothing that they are called the "lungs of our planet." As they die, they saturate the soil with humus, an organic substance that ensures its fertility.

There are about 320,000 species of plants, 280,000 flower species, 1,000 gymnosperms, 18,000 bryophytes, and 12,000 species of higher spore plants on our planet; of course, their number is increasing, as new species are discovered every year [1]. Not all of them can develop in different climatic zones, each plant grows in the conditions to which it is adapted. For example: coffee trees grow in the tropical and subtropical zone, which is characterized by high humidity and heat, this plant will not grow in Ukraine, as it is not adapted to our temperate continental climate, there are quite a lot of such examples.

To date, events have developed in such a way that plants that were previously perfectly adapted to the environmental factors of Ukraine, are now forced to develop mechanisms of adaptation to some arid zones of our country, the reason for this is the lack of water.

A prolonged absence of water in the soil and in the atmosphere is called a drought. As a result of its influence, unfavorable development of the plant occurs, namely: the plant is stunted in growth, during the growing season it does not receive enough nutrients and the yield decreases, in the worst case, the organism may die. Therefore, our task is to understand what happens to a plant during a lack of moisture, how a species adapts to drought, what mechanisms of resistance to water deficit are formed by the plant, and how drought affects photosynthesis, respiration, and carbohydrate metabolism.

**Object, subject and methods of research.** Drought is a lack of moisture in the atmosphere and lithosphere, which has a detrimental effect on plants, their growth, development, vegetation and on the processes that take place inside the plant, to which the plant is forced to adapt in order to preserve life.

Drought is divided into two types – atmospheric and soil. Atmospheric drought most often occurs in the spring, when the soil is saturated with water, and the air is dry and has a high temperature, in this case, during transpiration, water is unevenly supplied and consumed, as a result of which the plant begins to wither. Soil drought is characterized by a lack of moisture in the soil, due to a lack of precipitation and dry air. This type of drought is the most dangerous because it puts the plant in a long-term state of wilting, this type occurs in the second half of summer when the soil moisture supply after winter is exhausted, and there was little precipitation in summer.



Scientists have singled out three types of protective mechanisms against drought: avoidance of excess moisture consumption by the cell, experiencing desiccation, and the last avoidance of drought.

The most used method by cells is adaptation, in order to save as much water as possible. Research has led scientists to the conclusion that the leaves on the stem, which are located on different tiers of the trunk, or stem, have a different anatomical structure, due to the fact that the light and water supply at each tier is different.

V. R. Zalenskyi proved that the higher the leaf is, the smaller its cells will be, the conducting vessels will be thicker and there will be more stomata with small dimensions per unit surface. The leaves that are located higher receive the full amount of light, so the small cells perform the function of favorable photosynthesis and moisture saving. Thick conducting vessels saturate the leaf with water, and also support intensive photosynthesis, which in turn contributes to the active growth of the plant.

Stomata control gas exchange and water evaporation, their fine structure allows to control it in conditions of intense lighting. So, this anatomical structure of the leaf adapted it to environmental conditions [2].

The lower leaves have a different structure, because the supply of light is reduced. Their cells are often larger, so they have more chloroplasts, which compensate for the lack of light. The lower density of conducting vessels is explained by the fact that the need for water supply and nutrients provided in the lower leaves is less than in the upper ones. The lower leaves have a smaller number of stomata and they are expanded more, in order to control the flow of water less, since it is not critical for them, because they are located in conditions of less evaporation. These features became the mechanisms of adaptation of the lower leaves to the conditions of less light, and their need for water and nutrients is less than that of the upper plants [3].

Plants are characterized by two types of wilting: temporary and long-term. Temporary wilting occurs during atmospheric drought, when there is not enough water during the day, and the plant recovers at night. It does not cause much damage, but still the yield decreases, due to the fact that the stomata were closed, and the growth processes stopped. Prolonged wilting is more dangerous because there is a complete lack of moisture in the soil, the plant does not recover overnight, and the cells cannot function normally. Under these conditions, even low transpiration leads to a drop in turgor and a decrease in water in the cell. The leaves try to fight this problem and begin to withdraw moisture from the apical meristems, roots and root hairs, which die. Therefore, after watering, the plant cannot restore its roots for a long time and the supply of water and nutrients slows down [4].

Many processes take place in plants that ensure growth and development of nutrition. One of these processes is metabolism. In conditions of moisture deficiency in the plant, there are changes in the metabolism. The content of free water in the cells decreases, followed by an increase in the concentration of cytosol and cell juice. Thanks to this, the hydrated shells of proteins and other polymers are thinned or completely destroyed.

Loss of hydration shells by proteins disrupts their one-third and one-fourth structure, and this is followed by protein denaturation. As a result, the work of

enzymes decreases and they become inactive.

The permeability of membranes increases. Dehydration causes the loss of the bilayer structure of membranes, which leads to conformational changes. The qualitative composition of membranes also changes: the amount of unsaturated fatty acids in the composition of lipid components decreases, which leads to a decrease in membrane fluidity and a decrease in their functional activity.

With increased permeability of the plasmolemma, there is a loss of calcium, which increases its permeability to water.

There is also a change in the activity of cAMP and dependent protein kinase, which have the function of regulating water transport as messenger systems.

Thus, cAMP-dependent phosphorylation of membrane proteins is necessary for water retention in the cell, but this process requires calcium in a certain amount. Hydrolysis of organic substances begins to prevail over their synthesis [5].

Oxidative phosphorylation is another process that results in the accumulation of low-molecular-weight proteins, the hydrolysis of polysaccharides increases, and the concentration of soluble carbohydrates increases. These are osmotically active substances, an increase in their content contributes to an increase in the concentration of their vacuolar cell juice and an increase in osmotic pressure, resulting in an increase in water intake.

Adaptation of plants to drought is manifested by the passage of the following processes in the plant. Hydrolytic processes: Mainly activated in old lower leaves. This means that the old leaves give their products of hydrolysis to the young upper leaves, thus sparingly consuming the nutrient substrate, and they die off over time, thereby reducing the transpiring surface. Reducing the amount of RNA: RNA is the molecule involved in the production of proteins. Their number decreases, which means a decrease in the production of proteins in the plant. And changes in DNA occur only during long droughts. Photosynthesis: In many cases, the amount of photosynthesis is reduced due to a lack of carbon dioxide, or other factors, such as damage to the chloroplasts, or delays in the outflow of assimilants (nutrients produced in the process of photosynthesis) from the leaves with insufficient moisture. Therefore, the plant saves and adapts to difficult conditions, while its productivity decreases.

The condition of plants not adapted to drought. At first, when a plant is exposed to drought, it increases the intensity of respiration. This means that the plant spends more energy on respiratory processes. The main reason for this is that the plant begins to actively synthesize certain molecules known as osmotics. These molecules help protect plant proteins from damage due to dehydration.

However, if the drought lasts for a long time, the intensity of plant respiration decreases. This is due to the fact that prolonged stress leads to damage to the plant's respiratory system, which reduces its ability to efficiently produce energy. As a result, the energy efficiency of the respiration process drops, and the plant becomes less resistant to drought stress.

During a drought, plants activate several mechanisms to conserve water and adapt to stressful conditions. One such mechanism is the formation of metabolic

water, which can help maintain the plant's water balance in the initial stages of drought.

In addition, hormonal changes also play an important role in the response of plants to moisture deficit. Abscisic acid (ABA) is a key stress response hormone. It helps to close the stomata, which reduces water loss through transpiration. Closing the stomata also reduces the intensity of photosynthesis, which allows the plant to conserve resources during times of stress. At the same time, the levels of auxins and cytokinins, which stimulate growth and development, are reduced to prevent energy expenditure for growth in unfavorable conditions.

Succulents have a somewhat different response to drought compared to other plants. In these plants, the content of auxins increases and the level of abscisic acid (ABA) and ethylene decreases, which helps them quickly resume growth after favorable conditions, for example, after rain [5].

Droughts also affect the processes of cell division and elongation. As a result, small cells are formed, which slows down the growth of the plant, especially its leaves and stems. However, in the initial stages of drought, the root system often activates its growth, which helps the plant to make better use of the available moisture. If the drought lasts a long time, root growth also decreases.

Regarding root system adaptations, succulents can form protective layers such as cork and suberized exoderm. These layers reduce water loss and protect the roots from damage in stressful conditions. Accelerating the differentiation of cells that leave the meristem helps the roots to adapt more quickly to dry conditions.

Mechanisms of resistance of plants to water deficit are divided into two groups: methods of avoiding stress and mechanisms of tolerance. Mechanisms of resistance at different levels of organization of living systems (cellular, organismal and population) ensure the ability of organisms to adapt to stressful environmental conditions. At the cellular level, osmotic regulation plays an important role in maintaining water balance.

Osmolytes, which include chemically diverse low-molecular organic compounds, provide effective osmotic regulation. These compounds dissolve well in water, are non-toxic and do not affect cell metabolism, which is why they are called compatible substances. They mostly remain neutral at physiological pH values and are usually found in the cytoplasm in an undissociated form, or in the form of molecules carrying positive and negative charges that are separated in space. This feature allows cells to maintain homeostasis even under stressful conditions, maintaining the stability of the internal environment.

Glycine betaine is an important osmoprotectant that helps plants cope with various stress conditions such as drought and high soil salinity. Glycine betaine accumulates in cells and maintains osmotic balance, allowing plants to maintain water potential and turgor pressure even in adverse conditions.

The process of accumulating osmolytes such as glycine betaine allows plants to maintain efficient photosynthesis and growth even under conditions of limited access to water or high salinity. This phenomenon is called osmotic regulation or adjustment.

Thanks to biotechnology, transgenic plants have been created that have increased resistance to stressful conditions due to the expression of genes encoding enzymes for the synthesis of glycine-betaine. For example, such transgenic tobacco plants show better indicators of survival and productivity in adverse conditions, which can be promising for agriculture in regions with extreme climatic conditions. Therefore, it is quite important that plants have the opportunity to produce these substances.

**Conclusion.** Plants must constantly develop their adaptive capabilities in order to exist and independently endure stressful circumstances. To date, ecology is not at its best level, which has led to the deterioration of climatic conditions. In the winter period, the amount of snowfall stopped providing the soil with the amount of moisture required for plants, and in the summer period there is little rain, as a result of which plants are forced to produce adaptation mechanisms to the lack of moisture. Humanity faces the task of saving water and applying technologies for providing moisture to plants.

Therefore, the adaptation of plants to drought is a large number of processes, physiological, morphological and biochemical, that allow a plant to survive, develop and function in conditions that limit its access to water. A rather important place is occupied by morphological adaptation mechanisms, namely: reduction of the leaf surface, deep or branched roots, a protective layer of wax on the leaves. Physiological: closure of stomata, reduction of growth rate, synthesis of osmoprotectors. Biochemical: accumulation of antioxidants, activation of enzymes.

All these mechanisms work as a whole, saving the plant from drought. Therefore, save water, because there is very little of it.

#### Список використаних джерел

1. 1.Plants.URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8> (date of access 10.08.2024 p.)
2. 2.Leaf.Vikipediya.URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BA> (date of access 15.08.2024 p.)
3. Plant leaf: structure, lifespan and functions. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/biolog/23233/> (date of access 21.08.2024 p.)
4. How plants withstand drought. URL: <https://www.eridon.ua/yak-roslini-vitrimuyut-posuhu> (date of access 24.08.2024 p.)
5. Cyclic adenosine monophosphate. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B0%D1%82](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B0%D1%82) (date of access 26.08.2024).

Дар'я ПЛАКИДА<sup>71</sup>,  
студентка 3-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
ННІ агротехнологій та природокористування  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСІВ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

***Анотація.** Ліси Вінницької області потребують особливої уваги та захисту для збереження їхнього екологічного значення. Досягнення оптимальної лісистості та впровадження ефективних заходів щодо захисту лісів допоможе забезпечити стійкий розвиток регіону та покращити екологічний стан області.*

***Annotation.** The forests of the Vinnytsia region need special attention and protection in order to preserve their ecological significance. Achieving optimal forest coverage and implementing effective forest protection measures will help ensure sustainable development of the region and improve the ecological condition of the region.*

***Вступ.** Ліси є важливим компонентом природного середовища, що забезпечує екологічний баланс та відіграє ключову роль у збереженні біорізноманіття, регулюванні клімату та захисті ґрунтів. Однак останніми роками спостерігається значне скорочення площ лісових масивів, що викликає занепокоєння щодо їхнього збереження. Ця робота присвячена дослідженню стану лісів у Вінницькій області, основним екологічним проблемам, пов'язаним з їхнім збереженням, а також шляхам збільшення лісистості регіону.*

***Результати досліджень.** Загальна площа лісів області становить 366,4 тис. га, з них 218,8 тис. га – ліси у підпорядкуванні Вінницької філії ДП «Ліси України». Найбільший відсоток лісових угідь із 11 держлісгоспів має ДП «Могилів-Подільський лісгосп» (14,4 %), а найменший – ДП «Дашівське ДЛМГ» (2,7 %). Найвищий відсоток лісистості серед адміністративних районів має колишній Чечельницький (24,4%), а найменший – колишній Козятинський район (4%), що пов'язано з традиційним аграрним призначенням земель [1]. 70% лісів Вінниччини – рукотворні діброви. В умовах глобального потепління, масового всихання лісів вінницькі лісівники успішно створюють та формують лісонасадження за участю більш посухостійких деревних порід. Вінниччина – традиційно аграрний регіон, тому природним є фактор лісодефіцитності (11 місце серед областей в Україні за площею лісового фонду). На одного жителя*

---

<sup>71</sup>Науковий керівник: Ткачук О.П., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ

області припадає 0,21 га лісу (в середньому по Україні цей показник становить 0,16 га, хоча у деяких країнах Європи – значно вищий).

Щороку лісгоспи Вінниччини висаджують більше 6 млн. майбутніх дерев на площі більше 1000 га. Навесні 2019 року проведено відтворення лісів на площі 1076 га. Якщо порахувати кількість нових дерев у розрахунку на населення Вінниччини (1,6 млн. осіб станом на 2018 рік), то це в середньому 4 саджанця на 1 людину [2].

Головною породою при створенні лісових культур залишається традиційний для подільських дібров дуб звичайний. Минулого року його висадили на площі 872 га, що становить майже 87 % від загальної кількості. Висаджують в області також горіх чорний, сосну звичайну, дуб червоний, модрина європейську та дугласію.

Лісовий фонд Вінницької області характеризується різноманітним породним складом, що включає: широколистяні породи (дуб, граб, ясен): складають близько 60% лісів області. Хвойні породи (сосна, ялина): займають близько 30%. Інші породи (береза, вільха): близько 10%.

Віковий склад лісів переважно представлений молодими та середньовіковими деревостанами. Середній вік лісів становить 40-60 років. Ліси Вінницької області виконують різні функції, включаючи екологічну, захисну, рекреаційну та сировинну.

У Вінницькій області під лісами та іншими лісовкритими площами знаходиться 14,2 % території. За останні 60 років лісівники області створили майже 150 тис. га лісових насаджень. Вирішення проблеми лісовідновлення на Вінниччині має бути одним із головних аспектів розробки сучасного екологічного лісового господарства та створення невиснажливої екологічної мережі в умовах збалансованого розвитку України. Серед завдань, які постають перед лісівниками Вінниччини, є: заліснення області, збільшення реалізації деревної та іншої продукції, максимальна адаптація системи електронного обліку деревини з сучасними системами бухгалтерського обліку, будівництво лісових доріг, створення лісової інфраструктури, реорганізація деревопереробного виробництва і максимальне його завантаження [3].

Оптимальна лісистість Вінницької області – 15%. Але з урахуванням екологічних, кліматичних і соціальних умов, оптимальна лісистість для Вінницької області повинна становити не менше 20-25%. Це необхідно для підтримання сталого екологічного балансу та збереження біорізноманіття. Вінницька область займає площу близько 26 тисяч квадратних кілометрів (або 2,6 мільйона гектарів). Для досягнення мінімальної оптимальної лісистості в 20% лісовий покрив повинен займати близько 520 тисяч гектарів. З огляду на те, що наразі ліси охоплюють приблизно 370 тисяч гектарів, необхідно створити додаткові 150 тисяч гектарів лісу.

Якщо взяти до уваги вищий рівень лісистості (25%), який також вважається оптимальним для забезпечення стійкого екологічного балансу, то загальна площа лісів повинна становити близько 650 тисяч гектарів. У такому випадку потрібно додатково створити ще приблизно 280 тисяч гектарів лісових насаджень.

Для заліснення можна використовувати: деградовані та еродовані землі: території, що втратили свою продуктивність через неправильне землекористування, можуть бути відновлені шляхом заліснення. Невикористовувані сільськогосподарські угіддя: землі, які більше не використовуються для сільського господарства, можуть бути перетворені на лісові насадження. Захисні смуги: створення лісосмуг вздовж річок, навколо населених пунктів та інфраструктурних об'єктів для захисту від ерозії та покращення мікроклімату.

Для досягнення цілей необхідно розробити та реалізувати комплексні програми заліснення, які включатимуть: картографування та аналіз земель: визначення найпридатніших для заліснення територій з урахуванням ґрунтових та кліматичних умов. Вибір оптимальних порід дерев: висадка дерев, які є адаптованими до місцевих умов та сприяють відновленню екосистем. Залучення місцевих громад: підтримка з боку місцевих громад через інформаційні кампанії та екологічну освіту. Державна підтримка: фінансування та підтримка з боку держави, включаючи субсидії та програми компенсацій за заліснення. Впровадження таких заходів допоможе не лише досягти оптимальної лісистості у Вінницькій області, але й сприятиме збереженню біорізноманіття, покращенню кліматичних умов і захисту ґрунтів від ерозії [4].

Серед основних екологічних проблем лісів Вінницької області можна виділити: вирубка лісів: незаконна вирубка та нераціональне лісокористування призводять до деградації лісових масивів. Засухи та зміни клімату: зростання температури та зменшення кількості опадів негативно впливають на стан лісових екосистем. Засмічення та забруднення: відсутність належного контролю за відходами та забруднення навколишнього середовища негативно впливають на лісові ресурси. Зниження біорізноманіття: скорочення площ лісів призводить до зникнення рідкісних видів флори та фауни.

Збереження та збільшення площі лісів у Вінницькій області є важливим завданням для забезпечення екологічного балансу та стійкого розвитку регіону. Враховуючи сучасні виклики, необхідно застосувати комплексний підхід, що включає різноманітні заходи, спрямовані на захист існуючих лісів та створення нових насаджень.

Підвищення контролю за вирубкою лісів. Незаконна вирубка лісів є однією з найбільших загроз для лісових ресурсів області. Для ефективної боротьби з цим явищем необхідно: створення системи моніторингу: впровадження сучасних технологій, таких як супутниковий моніторинг і дрони, для виявлення незаконних рубок в режимі реального часу. Посилення юридичної відповідальності: введення більш суворих покарань за незаконну вирубку та посилення контролю за виконанням законодавства. Співпраця з правоохоронними органами: підвищення ефективності співпраці між екологічними інспекціями, поліцією та іншими відповідними структурами.

Реалізація програм заліснення. Заліснення є ключовим заходом для збільшення площі лісів у регіоні. Для цього необхідно: визначення пріоритетних територій для заліснення: використання картографічних даних

для ідентифікації деградованих та еродованих земель, які підлягають залісненню. Підбір порід дерев: висадка місцевих видів дерев, адаптованих до кліматичних умов Вінницької області, таких як дуб, сосна, граб, що сприятиме стабільності лісових екосистем. Підтримка агролісомеліорації: інтеграція лісових насаджень в аграрні ландшафти для створення лісосмуг, які допомагають захищати поля від вітрової ерозії, зберігати вологу та сприяти підвищенню врожайності.

Екологічна освіта та підвищення обізнаності населення. Залучення громадськості до охорони лісів є важливим аспектом. Серед ключових заходів: просвітницькі програми: проведення екологічних уроків у школах та навчальних закладах, організація семінарів та тренінгів для дорослого населення з питань важливості збереження лісів. Громадські ініціативи: підтримка місцевих екологічних організацій та волонтерських рухів, які займаються висадкою дерев, прибиранням лісів та іншими заходами зі збереження природи. Інформаційні кампанії: використання засобів масової інформації, соціальних мереж та інших каналів для поширення інформації про стан лісів та необхідність їх захисту.

Використання сучасних технологій для збереження лісів. Інновації можуть значно підвищити ефективність заходів зі збереження лісів: цифрові платформи для моніторингу: впровадження геоінформаційних систем (ГІС) для відстеження стану лісових масивів, обліку лісових ресурсів та планування лісовідновлювальних робіт. Автоматизація та дрони: використання дронів для інвентаризації лісів, контролю за незаконною вирубкою та моніторингу стану нових насаджень. Розробка додатків для громадян: створення мобільних додатків, що дозволяють громадянам повідомляти про незаконну діяльність у лісах, сприяти збору даних та залучати людей до процесу збереження природи.

Державна підтримка та фінансування. Для успішної реалізації всіх вищезазначених заходів необхідна активна участь держави: фінансування програм заліснення: Виділення коштів на реалізацію регіональних програм заліснення, включаючи підтримку приватних ініціатив. Субсидії для фермерів: надання субсидій фермерам, які бажають інтегрувати лісові насадження на своїх землях. Підтримка наукових досліджень: фінансування досліджень, спрямованих на вивчення впливу змін клімату на лісові екосистеми та розробку адаптаційних стратегій.

**Висновки.** Ліси Вінницької області потребують особливої уваги та захисту для збереження їхнього екологічного значення. Досягнення оптимальної лісистості та впровадження ефективних заходів щодо захисту лісів допоможе забезпечити стійкий розвиток регіону та покращити екологічний стан області.

### **Список використаної літератури**

1. Білоус В.І. Лісова селекція: підручник. Умань, 2003. 345 с.
2. Лісове господарство. Український Державний комітет лісового господарства. К. ТОВ «Видавничий дім «ЕКО-інформ», 2005. 126 с.



3. Вакулик П.Г. Лісовідновлення та лісорозведення в рівнинних районах України. К.: Поліфаст, 1998. 301 с.

4. Лісознавство з основами лісівництва: навчальний посібник. Чернівці: Книги-XXI, 2004. 160 с.

**Ірина БЕГАР<sup>72</sup>**,  
студентка магістратури 2-го року,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## СУЧАСНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В УКРАЇНІ

***Анотація.** З 2019 року в Україні передбачено виконання трьох видів державного моніторингу вод для масивів поверхневих вод: діагностичний, операційний та дослідницький, які здійснюються за басейновим принципом. Діагностичний моніторинг здійснюється для визначення основних антропогенних впливів на стан водних об'єктів, оцінки змін, викликаних антропогенними чинниками, та (у подальшому) розроблення програми державного моніторингу вод. Операційний моніторинг здійснюється для масивів вод, у яких існує ризик недосягнення екологічних цілей, а також масивів вод, з яких здійснюється забір води для задоволення питних потреб населення в обсязі – 100 куб.м на добу. Дослідницький моніторинг здійснюється для масивів поверхневих вод з метою встановлення причин відхилення від екологічних цілей, з'ясування масштабу та наслідків аварійного забруднення вод та встановлення причин наявності ризику недосягнення екологічних цілей.*

***Abstract.** Since 2019, three types of state water monitoring for surface water bodies have been foreseen in Ukraine: diagnostic, operational and research, which are carried out according to the basin principle. Diagnostic monitoring is carried out to determine the main anthropogenic influences on the state of water bodies, assess changes caused by anthropogenic factors, and (subsequently) develop a state water monitoring program. Operational monitoring is carried out for bodies of water in which there is a risk of not achieving ecological goals, as well as bodies of water from which water is withdrawn to meet the drinking needs of the population in the amount of 100 cubic meters per day. Research monitoring is carried out for bodies of surface water in order to establish the reasons for deviations from ecological goals, to find out the scale and consequences of accidental water pollution, and to establish the reasons for the risk of not achieving environmental goals.*

---

<sup>72</sup> Науковий керівник: Ткачук О.П., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища

**Вступ.** Тривалий час система моніторингу поверхневих вод ґрунтувалась на нормативних документах 90-х років двадцятого століття. На сьогодні такі вимоги є застарілими. Вони часто суперечать європейським стандартам та не включають розширений набір спостережень. Євроінтеграція України прискорила процес адаптації екологічних принципів і вимог ЄС в Українське законодавство. Це характерне і дл системи моніторингу поверхневих вод.

**Виклад основного матеріалу.** З 2019 року в Україні запроваджено європейські підходи щодо здійснення моніторингу вод відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви. Постановою Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758 затверджено новий Порядок здійснення державного моніторингу вод. Порядком визначено чіткий розподіл обов'язків між суб'єктами моніторингу без дублювання повноважень, введено нові показники моніторингу, які в Україні до цього часу не вимірювались – пріоритетні, гідроморфологічні та біологічні [1].

Залежно від цілей та завдань державного моніторингу вод встановлюються такі процедури:

- процедура діагностичного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- процедура операційного моніторингу масивів поверхневих та підземних вод;
- процедура дослідницького моніторингу масивів поверхневих вод;
- процедура моніторингу морських вод.

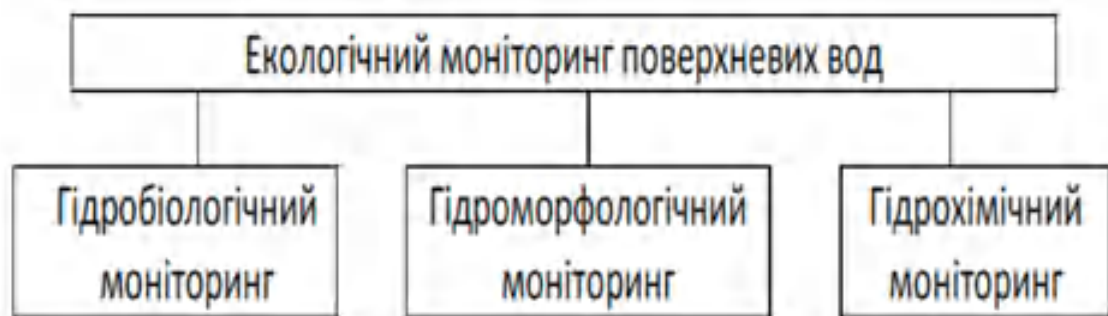
Діагностичний, операційний та дослідницький моніторинг здійснюється за басейновим принципом. Для здійснення державного моніторингу вод готуються відповідні програми державного моніторингу вод.

Відповідно до нових вимог Держводагентством здійснюється трансформація існуючої системи моніторингу з розподілом функцій між існуючими лабораторіями та уникнення їх дублювання. Для забезпечення виконання вимірювань пріоритетних забруднюючих речовин здійснюється облаштування 4 базових лабораторій – Західного, Східного, Північного та Південного регіонів.

Основні види моніторингу доквілля по Водній рамковій директиві:

- діагностичний – проводиться протягом 1 року з 6 передбачених для ПУРБ (фізико-хімічні показники не менше 4 рази на рік, скрінінг 1 раз, біологічні 1 раз/рік, гідроморфологічні);
- операційний – протягом 5 років (фізико-хімічні, біологічні показники);
- дослідницький – проводиться у разі аварійних забруднень [2].

Екологічний моніторинг поверхневих вод (для визначення екологічного стану водних масивів по Водній рамковій директиві) включає такі складові моніторингу вод (рис. 1.).



*Рис. 1. Система європейського моніторингу вод*

За гідробіологічними показниками проводять: загальний – Укргідрометцентр за обмеженою кількістю показників; науковий – (за тематикою НАН України) Інститут гідробіології НАНУ; оперативний – окремі суб’єкти господарювання.

Гідроморфологічні показники не проводиться. В окремих басейнах в рамках міжнародної технічної допомоги здійснювався такий моніторинг (р. Тиса). Спостереження за гідрологічними показниками проводяться на мережі гідрологічних постів підрозділами Укргідрометцентру ДСНС. При оцінці якості поверхневих вод гідрологічна складова не враховується.

За гідрохімічними показниками суб’єкти моніторингу здійснюють спостереження:

- Держводагентство (436 створів спостереження);
- ДСНС (Укргідрометцентр) 327 створів спостереження;
- Державні екологічні інспекції у областях: (у створах визначених дозволами на спецводокористування) [2].

Перелік показників, які визначаються суб’єктами моніторингу вод, істотно відрізняється від рекомендованого Водною рамковою директивою (для проведення оцінки стану водного масиву). Спостереження здійснюються переважно за компонентами сольового складу та металів природних вод. Вміст пріоритетних забруднюючих речовин жодним із суб’єктів моніторингу не проводиться.

Водний кодекс України: «Складовими державного моніторингу вод є моніторинг біологічних, гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних показників». Екологічний стан масиву поверхневих вод визначається за біологічними показниками з використанням гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних показників і на основі екологічного нормативу якості води.

Хімічний стан масиву поверхневих вод визначається за окремими групами забруднюючих речовин і на основі екологічного нормативу якості води класифікується як «відмінний», «добрий», «задовільний», «поганий» або «дуже поганий». Екологічний потенціал штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод визначається за біологічними показниками з використанням гідроморфологічних та фізико-хімічних показників і класифікується як «добрий», «задовільний», «поганий» або «дуже поганий».

Водна Рамкова Директива ЄС проголошує пріоритет, так званої, «компаративної» оцінки стану поверхневих вод (порівняння отриманих даних з

референційними значеннями). Шкала класифікації екологічного статусу базується на визначенні значень хімічних речовин у недоторканих типоспецифічних (референційних) умовах [1].

Особливо важливі референційні значення вмісту у природних водах Nзаг та Pзаг, зважаючи на ключову роль цих елементів у екосистемі для росту водних організмів, їх природного та надмірного розвитку внаслідок скидів поживних речовин із зворотними водами.

Моніторинг вод проводиться за двома типами А та Б:

Тип А – для визначення екологічного та хімічного станів масивів поверхневих вод та для ПУРБ і проводиться: для кожного виділеного водного масиву; за індивідуальною програмою; для всіх категорій поверхневих вод (річки, озера, перехідні, прибережні, штучні та істотно змінені) та підземних вод.

Тип Б – для оцінки впливу на водні об'єкти та охорони вод: контроль скидів стічних вод; моніторинг якості води на питних водозаборах при виникненні надзвичайних ситуацій.

Державний моніторинг поверхневих вод є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля і здійснюється в системі Державного агентства водних ресурсів України згідно з ст. 16 Водного кодексу України, постановами Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» та від 30.03.1998 № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля», а також Положенням про Державне агентство водних ресурсів України, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 20.08.2014 № 393 [1].

З II півріччя 2020 року державний моніторинг поверхневих вод в Україні здійснюється за новою програмою державного моніторингу. Державний моніторинг поверхневих вод складається з діагностичного, операційного та дослідницького моніторингу, що здійснюється за біологічними, фізико-хімічними, хімічними та гідроморфологічними показниками з метою встановлення екологічного стану масивів поверхневих вод.

Здійснення діагностичного моніторингу масивів поверхневих вод є одним із найважливіших етапів розробки Плану управління річковим басейном (ПУРБ). Впровадження європейських стандартів з управління водними ресурсами шляхом реалізації ПУРБ має на меті досягнення «доброго» екологічного стану водних об'єктів.

Діагностичний моніторинг поверхневих вод здійснюється по 70 показниках, з яких: фізико-хімічні показники – 12 (у місцях поверхневих питних водозаборів); пріоритетні речовини – 37 (забруднюючі речовини для визначення хімічного стану масивів поверхневих вод); специфічні басейнові речовини – 10; додаткові показники – 11 (для транскордонних та питних пунктів моніторингу).

Результати діагностичного моніторингу стануть підґрунтям для оцінки екологічного стану масивів поверхневих вод, на основі якої буде розроблено програму заходів для досягнення «доброго» екологічного стану водних об'єктів.

Ведення державного моніторингу поверхневих вод здійснює Лабораторія моніторингу вод. Дані досліджень Лабораторії моніторингу вод за Програмою державного моніторингу вод доступні для всіх у відкритому доступі на онлайн-ресурсі Держводагентства «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України». Дані автоматизованих постів контролю якісного стану основних поверхневих вод – вище та в місці питного водозабору доступні для перегляду в режимі онлайн на сайті Державного агентства водними ресурсами.

Діагностичний моніторинг поверхневих вод, як один із найважливіших етапів розробки Плану управління річковим басейном розпочато вперше серед річкових басейнів України за новим законодавством та європейськими вимогами. Басейнова лабораторія моніторингу вод менше ніж за рік здійснила докорінну трансформацію у сучасну Лабораторію моніторингу вод. Адже впровадження європейського моніторингу вод в Україні є пріоритетним завданням водної сфери.

Порядком визначено чіткий розподіл обов'язків між суб'єктами моніторингу без дублювання повноважень, введено нові показники моніторингу, які в Україні до цього часу не вимірювались – пріоритетні, гідроморфологічні та біологічні.

**Висновки.** З 2019 року в Україні передбачено виконання трьох видів державного моніторингу вод для масивів поверхневих вод: діагностичний, операційний та дослідницький, які здійснюються за басейновим принципом. Діагностичний моніторинг здійснюється для визначення основних антропогенних впливів на стан водних об'єктів, оцінки змін, викликаних антропогенними чинниками, та (у подальшому) розроблення програми державного моніторингу вод.

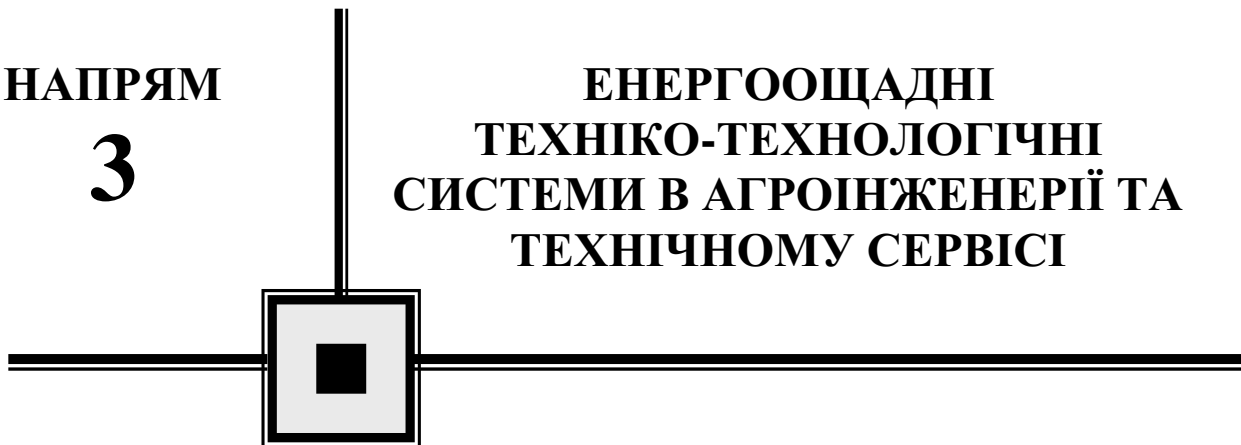
Операційний моніторинг здійснюється для масивів вод, у яких існує ризик недосягнення екологічних цілей, а також масивів вод, з яких здійснюється забір води для задоволення питних потреб населення в обсязі – 100 куб.м на добу.

Дослідницький моніторинг здійснюється для масивів поверхневих вод з метою встановлення причин відхилення від екологічних цілей, з'ясування масштабу та наслідків аварійного забруднення вод та встановлення причин наявності ризику недосягнення екологічних цілей.

### **Список використаної літератури**

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://mep.gov.ua/&ved=2ahUKEwuj7Y3sqPGHAXWWVvEDHed4BV4QFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1VN-tavcFiaZSbdXWUMDid> (дата звернення 12.08.2024).

2. Офіційний сайт Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://buvrpb.davr.gov.ua/&ved=2ahUKEwjO4qmcj7aIAxW2BNsEHRHQGMwQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw37Aim5pvQalyKNfX7Lkuq-> (дата звернення 09.09.2024.).



Богдан БЕРЕЖНИЙ<sup>1</sup>,  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТ НА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА  
РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНИХ І ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЧЕРЕЗ  
ЕФЕКТИВНУ ДІАГНОСТИКУ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЬНИХ  
ДВИГУНІВ**

***Анотація.** Витрати на технічне обслуговування та ремонт автотракторних і транспортних засобів можуть досягати 25% собівартості їх експлуатації, що підкреслює важливість підвищення ефективності їх використання. Ефективна діагностика паливної апаратури дизельних двигунів із застосуванням безконтактних і нерозбірних методів дозволяє своєчасно виявляти несправності та знижувати витрати на експлуатацію техніки.*

***Ключові слова:** технічне обслуговування, автотракторні засоби, транспортні засоби, експлуатаційні витрати, діагностика паливної апаратури.*

***Annotation.** The costs of maintenance and repair of tractors and vehicles can reach 25% of the cost of their operation, which emphasizes the importance of increasing the efficiency of their use. Effective diagnostics of the fuel equipment of diesel engines using non-contact and non-dismantling methods allows timely detection of malfunctions and reduction of equipment operation costs.*

***Keywords:** maintenance, auto-tractors, vehicles, operating costs, diagnostics of fuel equipment.*

***Вступ.** Витрати на підтримку працездатності автотракторних і транспортних засобів перевищують вартість нових, досягаючи 20-25% від собівартості їх експлуатації, з яких до 40% припадає на технічне обслуговування*

<sup>1</sup>Науковий керівник – Паладійчук Ю.Б. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

(ТО) і поточний ремонт (ПР) [1-3]. Через це важливим завданням для агропромислового комплексу України є повне та своєчасне задоволення потреб у сільськогосподарській техніці шляхом підвищення ефективності експлуатації рухомого складу. Це завдання вирішується не лише через випуск надійної та технологічної техніки, але й за допомогою сервісних служб, що працюють над удосконаленням методів технічної експлуатації та зниженням трудомісткості ТО і ПР [1-3].

Важливим фактором є використання економічних дизельних двигунів на автотракторних засобах, оскільки, за прогнозами експертів, поршневий двигун внутрішнього згоряння залишиться найбільш затребуваним для транспортно-технологічних засобів [1-3]. Зростання кількості сільськогосподарської техніки з дизельними двигунами в експлуатації вимагає розробки науково обґрунтованих методів для підтримки їх справного технічного стану.

Дослідження показують, що ефективність роботи дизеля значною мірою залежить від стану елементів лінії високого тиску (ЛВД) паливної апаратури, порушення в роботі яких погіршує потужність та економічні показники двигуна.

Вимоги до паливної апаратури (ПА) автотракторного дизеля включають забезпечення рівних умов роботи циліндрів за кутом подачі палива, цикловою подачею та характеристикою впорскування [1].

Порушення рівномірності цих показників між циліндрами призводить до підвищеного зношування деталей силового агрегату і збільшення експлуатаційних витрат. Аналіз наукової та спеціальної літератури показав, що ключовими показниками роботи ПА дизеля є переміщення голки форсунки та тиск у лінії високого тиску (ЛВС) ПА [1,2].

Ці параметри визначають величину, тривалість і характер впорскування палива в циліндри двигуна і суттєво змінюються під час експлуатації. Однак, наразі немає діагностичних комплексів, які б дозволяли об'єктивно оцінити ступінь і характер переміщення голки форсунки автотракторного дизеля в процесі експлуатації [2]. Для вирішення цієї проблеми необхідно розробити діагностичний пристрій для ПА автотракторного дизеля, який враховуватиме такі параметри, як момент відкриття та закриття форсунки, швидкість, прискорення та величину підйому голки форсунки, а також алгоритм її діагностики.

Відновлення працездатності прецезійних пар паливних насосів високого тиску є критично важливим завданням для забезпечення надійності та ефективності роботи сучасних дизельних двигунів [1,2].

Паливні насоси високого тиску, які відповідають за подачу палива в камеру згоряння під високим тиском, є одними з найбільш технічно складних та важливих компонентів дизельної системи.

Вони вимагають високої точності та стабільності у роботі, оскільки від цього залежить не тільки продуктивність двигуна, але і його економічність та екологічні показники. З часом, через постійні навантаження та вплив агресивного середовища, прецезійні пари цих насосів можуть зношуватися, що призводить до зниження їх ефективності та виникнення проблем у роботі

двигуна [2,3].

**Виклад основного матеріалу.** Своєчасне виявлення пошкоджень і несправностей вузлів паливної апаратури (ПА) сільськогосподарської техніки знижує частоту їх відмов, що, в свою чергу, скорочує витрати на експлуатацію.

Наразі, з метою підвищення паливної економічності та зниження шкідливих викидів автотракторними засобами, впроваджується комплекс критеріїв оцінки енергетичних та якісних параметрів паливоподавальних систем двигунів внутрішнього згоряння [2,3]. До цих критеріїв належать: динамічний коефіцієнт подачі палива, коефіцієнт відносної потужності розпилювання палива до середньої ефективної потужності циліндра дизеля, коефіцієнт стабільності розпилювання палива, та критерій інтенсифікації вприскування.

У зв'язку з цим, набувають популярності сучасні безконтактні та нерозбірні методи діагностування, що базуються на аналізі вихідних параметрів дизеля, які функціонально пов'язані з його структурними параметрами. Таке діагностування є частиною інформаційної системи для управління технічним станом автотракторної техніки і дозволяє виявляти несправності систем і елементів дизеля до їх відмови без розбирання [2].

Наразі провідні вчені наукових установ проводять дослідження, спрямовані як на створення нових методів технічної діагностики ПА дизелів, так і на вдосконалення відомих [2,3].

Сьогодні питання нерозбірних методів технічного діагностування паливної апаратури (ПА) дизелів сільськогосподарської техніки досліджені недостатньо глибоко. Існують певні напрацювання з діагностування дизелів, що використовуються на тракторах і комбайнах [3]. Оскільки процес паливоподачі в автомобільних, танкових і тракторних дизелях є ідентичним, деякі методи та засоби їх технічного діагностування можуть бути застосовані до сільськогосподарської техніки. Відомі методи діагностування паливної апаратури дизелів [2-4] можна розділити на групи за діагностичними параметрами:

- діагностування за характеристиками роботи ПА;
- діагностування за параметрами ПА;
- діагностування за показниками роботи двигуна.

Розглянемо можливість застосування зазначених методів технічного діагностування паливної апаратури автотракторного дизеля. Найбільш поширеним є метод діагностування за основними показниками роботи дизеля.

При використанні цього методу діагностування проводиться за непрямими ознаками, що може призвести до помилкових висновків про несправності у більш ніж 50% випадків, навіть якщо діагностування проводить досвідчений механік.

За дослідженнями [2-4], зниження потужності ДВЗ на 15-20%, яке є результатом погіршення технічного стану паливної апаратури, не завжди може бути виявлене за непрямими ознаками. Хоча контроль роботи регулятора здійснюється за змінами обертів холостого ходу дизеля, не завжди можна оцінити швидкісний режим, що утримується роботою регулятора під



навантаженням [3], що призводить до рекомендації перевірки кількості обертів дизеля під навантаженням.

Діагностування ПА дизеля за параметрами димності вихлопних газів і стукотом також не є досить інформативним. З відомих методів інструментального контролю техніко-економічних показників швидкохідного автотракторного дизеля найактуальнішими є: безгальмівний метод, метод визначення потужності дизеля з пробігу, та парціальний метод [3].

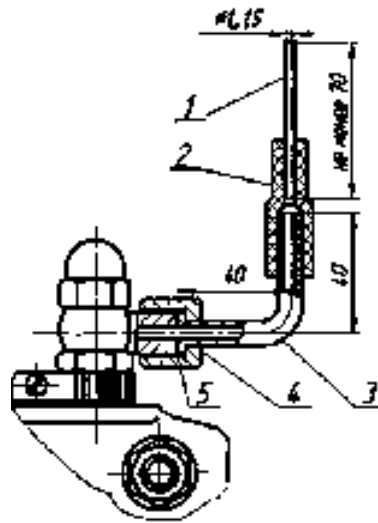
Суть безгальмівного та парціального методів полягає у відключенні кількох циліндрів працюючого двигуна, що призводить до сприйняття працюючими циліндрами не лише навантаження, що виробляється навантажувальними пристроями, але й додаткового навантаження через механічні втрати, що відбуваються у вимкнених циліндрах.

Потужність працюючого циліндра визначається за кількістю обертів двигуна, при цьому контролюється також витрата палива задіяними циліндрами. Ці методи дозволяють оцінити загальний технічний стан дизеля, але контроль стану паливної апаратури ускладнений безліччю факторів, що впливають на зниження потужності та економічних показників двигуна [3,4]. Наприклад, витрата палива у разі втрати компресії збільшується на 46%, а при зниженні робочої температури двигуна (температури охолоджуючої рідини) нижче 75 °С або утворенні нагару в камері згоряння – на 7-12%. Отже, показники роботи дизеля залежать як від роботи ПА, так і від інших його вузлів і агрегатів, що ускладнює використання цих показників як діагностичного критерію.

Методика діагностики паливної апаратури дизеля базується на оцінці якості регулювання та стану основних елементів. По максимальному тиску вприскування, кількості палива, та коефіцієнту подачі контролюється стан плунжерної пари ПНВТ. Зношення плунжерної пари призводить до порушень у паливоподачі, особливо помітних на режимах пуску двигуна [4]. Нерівномірність подачі палива зношеною плунжерною парою на пусковому режимі може сягати 70-75% порівняно з новою [4], а при номінальному швидкісному режимі дизеля ця нерівномірність з 3-5% збільшується до 10-15%. Таке зношення призводить до збільшення годинної витрати палива до 6% і зниження ефективної потужності до 12%.

Прогресуюче зношення плунжерної пари впливає на закономірність подачі палива, що відчутно впливає на показники роботи дизеля і параметри вприскування. Такий вплив зносу плунжерної пари призвів до розповсюдження різних методів контролю її технічного стану.

Серед методів контролю технічного стану плунжерної пари найвідомішим є вимірювання максимального тиску вприскування палива, який може проводитися або в атмосферу, або в герметичну камеру. При застосуванні першого способу застосовується максиметр [4-6]. Однак цей метод не дозволяє провести кількісну оцінку гідравлічної щільності плунжерної пари через обмежений діапазон тисків (до 50 МПа), витоки палива через голку та обмежену точність приладу.



*Рис. 1. Моментоскоп: 1 – скляна трубка; 2 – перехідна трубка; 3 – паливопровід високого тиску; 4 – шайба; 5 – накидна гайка.*

Ще одним методом оцінки зносу плунжерної пари є розрахунок коефіцієнта подачі, який визначається як відношення подачі палива плунжерною парою через форсунку до подачі палива без форсунки. Проте цей метод має ті ж недоліки, що й попередній, адже є його варіацією.

При використанні методу контролю технічного стану клапана за допомогою моментоскопа (рис.1), нагнітальний клапан вважають зношеним, якщо стовп палива падає протягом 2 хвилин [4-6]. Однак недоліком цього методу є те, що не враховується стан розвантажувального пояса нагнітального клапана.

Також важливим аспектом при контролі роботи паливної апаратури дизеля є випередження та тривалість подачі палива [4], які змінюються через знос деталей механізму приводу валу та прецизійних деталей ПНВТ, утвореного під час експлуатації. Зміна кута випередження вприскування палива негативно впливає на пуск дизеля, призводить до зниження потужності, підвищення димності відпрацьованих газів та шумності роботи [4,5].

Багато методів визначення кута випередження та тривалості вприскування використовуються для діагностування тракторних дизелів. Для автотракторних дизелів [5], рекомендується контролювати кут випередження вприскування палива за допомогою моментоскопа. У цьому випадку його приєднують до штуцера першої секції пнвт і перевіряють збіг регульовальної позначки шківа колінчастого валу з відміткою на кришці шестерень розподільного валу, порівнюючи це з моментом початку руху меніска палива в трубці приладу.

Використання цього методу виправдане при нових плунжерній парі і нагнітальному клапані, оскільки їх знос може призвести до значних помилок діагностування. При зносі нагнітального клапана насоса (відплив палива через запірний конус або розвантажуючий пояс), меніск палива в трубці приладу буде переміщатися з випередженням, а при зносі плунжерної пари (збільшення зазору плунжер-втулка, знос ущільнень) - з запізненням.

Для визначення випередження і тривалості подачі палива доступні прилади [5], використання яких передбачає мінімальне втручання у роботу паливної

апаратури дизеля. Однак, зазвичай для проведення цих вимірювань потрібен доступ до маховика або будь-якого шківів дизеля, що має мітки, для контролю за допомогою стробоскопа, що може ускладнити їх використання.

Для поліпшення якості використання цих методів розглядається можливість установки на дизель імпульсного датчика, що відповідає положенню поршня у верхній мертвій точці. У такому випадку сигнал з цього датчика порівнюється з контрольованим імпульсом для визначення кута випередження вприскування палива.

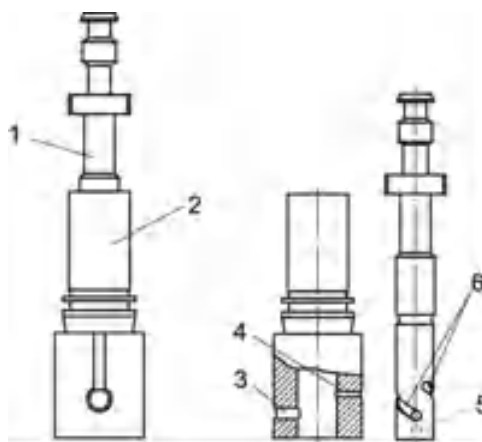
Ще одним важливим показником роботи паливної апаратури дизеля є продуктивність секції його ТНВД. Замір витрати палива може проводитися за допомогою еталонної форсунки або шляхом зняття окремих форсунок [5]. Однак, при роботі на окремих циліндрах складно забезпечити стійку роботу двигуна на малих обертах та на номінальному швидкісному режимі.

Крім того, такий метод може призвести до помилок, оскільки паливоподача залежить від продуктивності плунжерної пари та технічного стану форсунки. Погіршення технічного стану форсунок призводить до збільшення витрати палива та димності відпрацьованих газів, зниження потужності двигуна та менш стабільну роботу на малих обертах.

Отже, наведені факти свідчать про нестачу ефективності існуючої системи технічного обслуговування паливної апаратури.

Насоси, що поступили в ремонт проходять зовнішнє миття і підготовку до ремонту. Далі насоси поступають на розбирання, розбирання насосів проходить на стенді СО-1606А. Після розбирання насоса деталі миють у ваннах, бажано вузли з прецизійними парами не розкомплектовувати [5,6]. Після очищення всі деталі насоса поступають на дефектацію, крім прецизійних пар, дефектують деталі так як і деталі двигунів, або інших органів: зовнішнім оглядом, вимірюванням зношування, виявлення тріщин.

У дизельному двигуні найбільш складним і дорогим вузлом є паливний насос високого тиску. Вихід насоса з ладу, як правило, пов'язаний із зносом робочих поверхонь встановлених в ньому плунжерних пар, які, в свою чергу, є самими високоточними і дорогими деталями як у самому насосі так і у всьому двигуні [5].



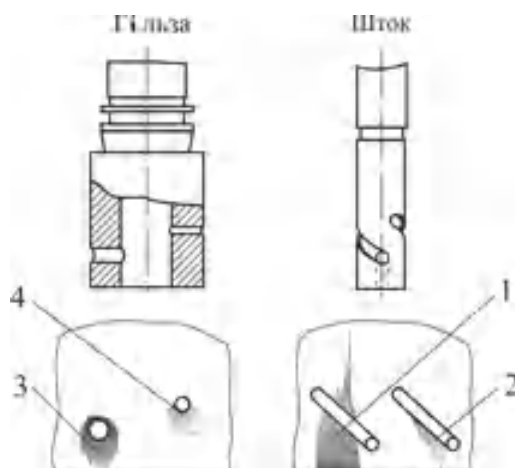
*Рис. 2. Загальний вигляд і основні конструктивні елементи плунжерної пари*

Загальний вигляд і основні конструктивні елементи плунжерної пари показані на рисунку 2. Типова плунжерні пара складається з штока 1 і гільзи 2. Гільза плунжерної пари має два наскрізних отвори: впускний 2 і перепускний 3, причому перше розташовано декілька нижче другого. На штоку плунжерної пари мається осьовий отвір 4 поєднане з двома симетричними спіральними канавками 5.

Незважаючи на велику різноманітність типів плунжерних пар всі вони мають схожу конструкцію і виконують аналогічні функції і це визначає подібний характер зносів їх робочих поверхонь.

Зношування прецизійних пар оцінюють тисячними долями міліметра (мікрометром). Кожну прецизійну пару перевіряють неменше ніж три рази. Пари придатні до експлуатації відкладають окремо [5]. Деталі які підлягають ремонту відновлюють методом наплавлювання, шліфування до ремонтних розмірів, гальванічним нарощуванням. Після ремонту деталей насос збирають і проводять обкатування з регулюванням подачі палива.

Знос поверхні штока (рис. 3) відбувається на ділянках розташованих проти впускного 1 і відсичного 2 вікон гільзи. У процесі експлуатації на доведених поверхнях названих ділянок з'являється матовий відтінок і, в наслідку, поверхня стає гребінчаста. Глибина подряпин досягає 10 мкм. [5,6]



*Рис. 3. Місця зносу плунжерної пари.*

Найбільшої величини зношування штока досягає у його нижньої кромки. Характер цього зносу – гідроабразивний. У момент, коли шток нижнім торцем перекриває впускний отвір втулки і починається цикл уприскування, в зазор між штоком і гільзою разом з паливом потрапляють абразивні частки, розміри яких можуть бути більше величини цього зазору [6].

При русі штока защемлені абразивні частки протягуються і перекочуються через зазор між названими поверхнями і своїми гострими краями зрізують метал з поверхні штока й втулки. У міру подальшого просування частинок їх ріжучі кромки притупляються, частинки розмелюються, і їх ріжуча здатність зменшується. Цим пояснюється зменшення величини зносу при віддаленні від нижньої кромки штока.

Зношування робочої поверхні втулки плунжерної пари відбувається на

ділянках, що примикають до впускного 3 і відсічного 4 отворів. Найбільший знос спостерігається в місцях, розташованих біля впускного отвору. Характер зношування зони, що примикає до впускного отвору в основному абразивний, а зони, що примикає до відсічного отвору обумовлений кавітацією.

Відомо, що деталі плунжерних пар не взаємозамінні. За заводською технологією, останньою операцією технологічного процесу виготовлення плунжерних пар, є їх селективна збірка [6]. Пари збираються з радіальним зазором, що не перевищує 1,5 мкм, притому, що самі деталі виготовляються з розкидом діаметральних розмірів у кілька сотих часток міліметра. У цьому зв'язку, в основу технології відновлення працездатності плунжерних пар була покладена нова селективна збірка груп деталей одного типорозміру.

Для забезпечення можливості складання «нових пар» обов'язковою умовою є відновлення циліндричності їх зношених поверхонь. Іншими словами, робочі поверхні пари повинні бути перешліфованими з таким розрахунком, щоб на них не залишилося слідів зносу.

Аналіз можливих варіантів обробки зношених внутрішньої і зовнішньої циліндричних поверхонь плунжерної пари показав, що найпростішим і самим дешевим способом, що забезпечує високу точність обробки виявився метод спільного перешліфовування штока і гільзи за допомогою алмазної пасти. Суть методу в тому, що інструментом для обробки гільзи є шток, а для штока гільза, тобто ті самі деталі які працювали в парі [6].

**Висновки.** Витрати на технічне обслуговування і ремонт автотракторної техніки є значними, що робить питання підвищення ефективності експлуатації та зменшення витрат особливо актуальним. Основною проблемою є забезпечення належного технічного стану паливної апаратури дизельних двигунів, яка є критично важливою для їхньої продуктивності та економічності.

Дослідження підтверджують, що ефективність роботи дизельних двигунів значно залежить від технічного стану паливної апаратури, зокрема від параметрів лінії високого тиску. Порушення в роботі паливної апаратури, такі як нерівномірність впорскування пального або зношення плунжерної пари, ведуть до зниження потужності, підвищення витрати пального та погіршення економічних показників двигуна.

Пропоновані методи для покращення діагностики включають вимірювання ключових параметрів, таких як тиск впорскування, продуктивність секцій паливного насоса та знос плунжерної пари. Для цього необхідно вдосконалити існуючі діагностичні прилади та методики, забезпечуючи їхню точність та надійність. Зокрема, удосконалення методів контролю зношування плунжерних пар і використання нових технологій, таких як спільне перешліфовування деталей, може суттєво покращити ефективність технічного обслуговування.

### **Список використаної літератури**

1. Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник Київ: Каварела. 2018. 552с.

2. Супрун Д.Г., Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б. Ремонт машин та обладнання: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ. 2012. 85 с.

3. Ремонт паливних насосів високого тиску. веб-сайт. URL: <https://chda.com.ua/uk/info/statti-pro-remont-palivnoyi-aparaturi/remont-palivnikh-nasosiv-visokogo-tisku-tnvd> (дата звернення 15.09.2024)

4. Веселовська Н. Р., Руткевич В. С., Шаргородський С. А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 283 с.

5. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.

6. Механізми і системи двигуна. веб-сайт. URL: <https://naurok.com.ua/navchalniy-material-testovi-zavdannya-mehanizmi-i-sistemi-dviguna-172539.html> (дата звернення 15.09.2024)

**Андрій ДЯЧЕНКО<sup>2</sup>**,  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **МЕТОДИ ПЕРЕШЛІФОВУВАННЯ ТА СЕЛЕКТИВНОЇ ЗБОРКИ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР З МЕТОЮ ВІДНОВЛЕННЯ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

***Анотація.** У статті розглянуто процес відновлення зношених робочих поверхонь плунжерних пар шляхом перешліфовування з використанням алмазних паст. Описано методику селективної збірки та технології нанесення зносостійких покриттів для деталей, що не підлягають прямій збірці. Представлено способи контролю якості відновлених плунжерних пар, включаючи гідравлічну щільність і визначення робочих зазорів.*

***Ключові слова:** плунжерні пари, перешліфовування, паста, зносостійкі покриття, гідравлічна щільність.*

***Annotation.** The article discusses the process of restoring worn working surfaces of plunger pairs by regrinding using diamond pastes. The method of selective assembly and the technology of applying wear-resistant coatings for parts that are not subject to direct assembly are described. Methods of quality control of restored plunger pairs are presented, including hydraulic density and determination of working clearances.*

---

<sup>2</sup>Науковий керівник – Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

**Keywords:** *plunger pairs, regrinding, paste, wear-resistant coatings, hydraulic density.*

**Вступ.** Витрати на підтримку працездатності автотракторних і транспортних засобів значно перевищують вартість нових, досягаючи 20-25% від собівартості їх експлуатації, при цьому до 40% цих витрат припадає на технічне обслуговування (ТО) та поточний ремонт (ПР) [1,2]. Це підкреслює необхідність підвищення ефективності експлуатації рухомого складу, що має важливе значення для агропромислового комплексу України. Для досягнення цієї мети необхідно не тільки випускати надійну та технологічну техніку, але й удосконалювати методи технічної експлуатації та зменшувати трудомісткість ТО і ПР через ефективні сервісні служби [1-3].

Важливим аспектом є застосування економічних дизельних двигунів на автотракторних засобах, оскільки за прогнозами експертів, поршневі двигуни внутрішнього згоряння залишаться найбільш затребуваними для транспортно-технологічних засобів. Зростання кількості сільськогосподарської техніки з дизельними двигунами в експлуатації вимагає розробки науково обґрунтованих методів для підтримки їх справного технічного стану.

Дослідження показують, що ефективність роботи дизеля значною мірою залежить від стану елементів лінії високого тиску (ЛВД) паливної апаратури, порушення в роботі яких можуть погіршити потужність і економічні показники двигуна [1,2]. Вимоги до паливної апаратури автотракторного дизеля включають забезпечення рівних умов роботи циліндрів за кутом подачі пального, цикловою подачею та характеристикою впорскування. Недоліки в цих показниках призводять до підвищеного зношування деталей силового агрегату і збільшення експлуатаційних витрат [1,2].

Аналіз наукової літератури показав, що ключовими показниками роботи паливної апаратури є переміщення голки форсунки та тиск у лінії високого тиску (ЛВС). Ці параметри визначають величину, тривалість і характер впорскування пального в циліндри двигуна і суттєво змінюються під час експлуатації. Однак, на сьогодні не існує діагностичних комплексів, які дозволяють об'єктивно оцінити ступінь і характер переміщення голки форсунки автотракторного дизеля в процесі експлуатації [1-3]. Для вирішення цієї проблеми необхідно розробити діагностичний пристрій, який враховуватиме такі параметри, як момент відкриття та закриття форсунки, швидкість, прискорення і величину підйому голки, а також алгоритм її діагностики.

Відновлення працездатності прецизійних пар паливних насосів високого тиску є критично важливим для забезпечення надійності та ефективності роботи сучасних дизельних двигунів. Паливні насоси високого тиску є одними з найбільш технічно складних і важливих компонентів дизельної системи, які вимагають високої точності і стабільності у роботі [2]. З часом, через постійні навантаження та агресивне середовище, прецизійні пари насосів можуть

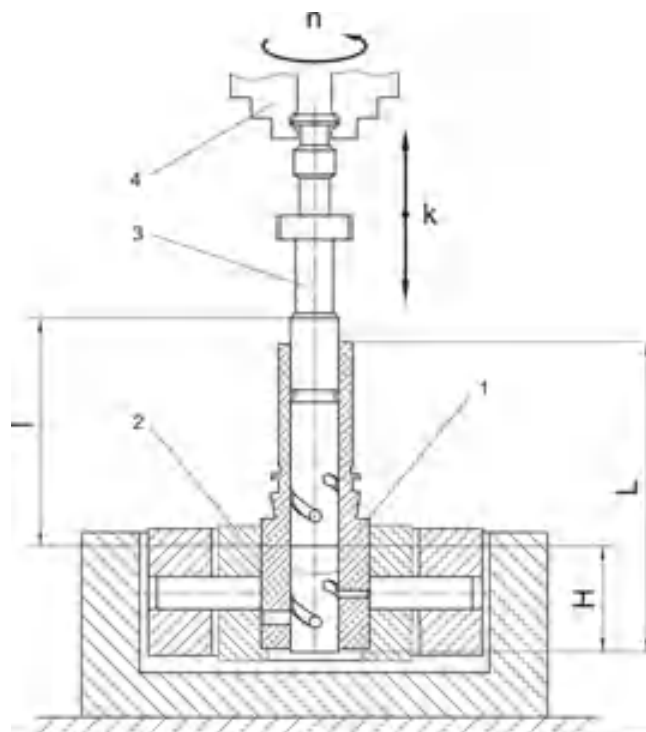
зношуватися, що призводить до зниження їх ефективності та виникнення проблем у роботі двигуна. Відновлення працездатності цих компонентів дозволяє значно продовжити термін експлуатації паливних насосів, знизити витрати на обслуговування та ремонти і підтримувати оптимальні робочі характеристики двигунів [1-3].

**Виклад основного матеріалу.** Схема перешліфовування зношених робочих поверхонь штока і гільзи показана на рисунку 1. За даною схемою гільза 1 міститься в оправці 2, а шток 3 закріплюється в шпинделі верстата 4.

Штоку надається обертальний робочий рух зі швидкістю ( $n$ ) не менше 3000 об/хв. і зворотно-поступальний рух подачі з частотою ( $k$ ) порядку 1 хід за секунду. Величина робочого ходу штока повинне бути порядку половини довжини робочої поверхні гільзи, тобто  $H = 0,5 L$  [2].

В якості ріжучого матеріалу необхідно використовувати алмазну пасту марки 2/1. Якщо після перешліфовування деталей плунжерної пари пастою 2/1 на їх поверхнях залишаються сліди зносу, обробку слід повторити пастою 3/2, а потім і пастою 5/3.

Після перешліфовування плунжерні пари розкомплектовуються, деталі миються в бензині або органічних розчинниках і спрямовуються на нову селективну збірку. Дослідження зміни розмірів деталей до і після обробки їх зношених поверхонь проводилися на плунжерних парах до паливних насосів високого тиску дизельних двигунів.



**Рис. 1.** Схема спільного перешліфовування зношених робочих поверхонь штока і гільзи



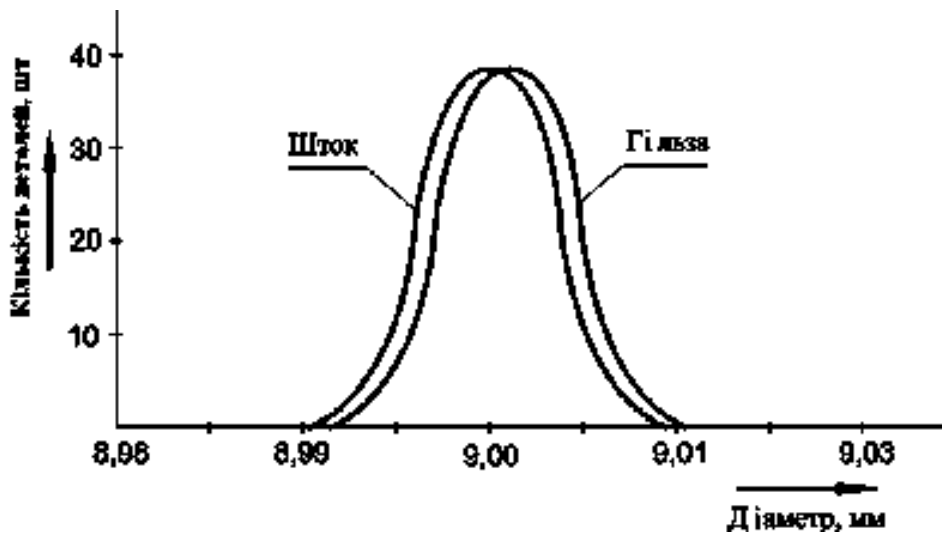


Рис. 2. Розподіл розмірів штока і гільзи до перешліфовування

На рисунку 3 показані закони розподілу діаметральних розмірів штока і гільзи до перешліфовування їх зношених поверхонь. Діаметр отвору більше діаметра вала на кілька тисячних часток міліметра, тобто величину робочого зазору плунжерної пари [2]. Після перешліфовування криві нормального розподілу розмірів (рис. 3) зміщуються в різні боки на величину знімається припуску.

В результаті перешліфовування діаметр штока плунжерної пари зменшується приблизно на 3-5 мкм, а діаметр гільзи відповідно збільшується на таку ж величину [2,3].

Практика показала що при нормальних зносах зняття зазначеного припуску практично повністю видаляє з поверхні деталей зношені ділянки. Деталі розміри яких лежать в зоні 1 мають ймовірність зібратися в нові пари, так як їх номінальні розміри перекриваються.

У процесі вивчення процесу була вироблена проста методика нової селективної зборки пар. Без визначення фактичного розміру перешліфовування гільзи розбивалися на групи деталей близьких по розмірах. Діапазон коливань розмірів в групі становив 5 мкм.

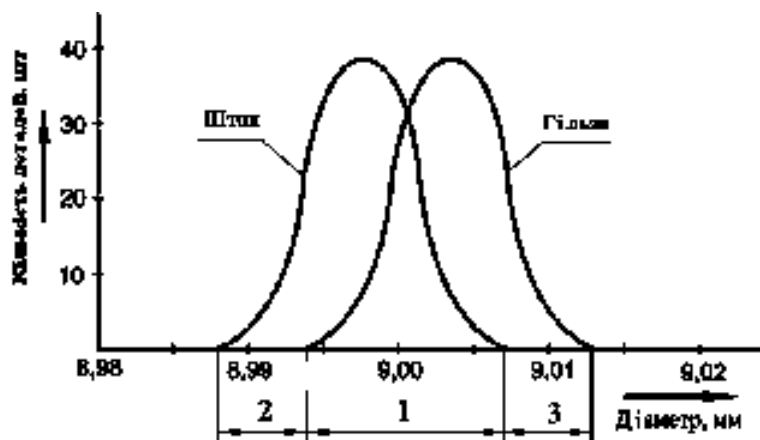
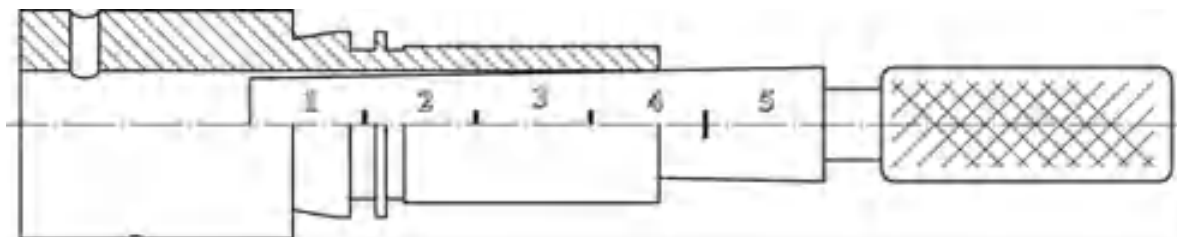


Рис. 3. Розподіл розмірів штока і гільзи після перешліфовування.

В якості інструменту розбиття на групи розмірів використовувався спеціальний конічний калібр з різницею діаметрів в 0,025 мм. По довжині калібр був розділений поділками на п'ять рівних частин пронумерованих відповідно від 1 до 5 [2-4]. Належність гільзи до тієї чи іншої розмірної групи визначалася по глибині опускання калібру в отвір гільзи. Схема методу розділення перешліфувати гільз на розмірні групи показана на рисунку 4.



*Рис. 4. Конічний калібр для визначення розмірної групи гільзи.*

У результаті кожна з деталей поміщалася в одну з п'яти комірок де в кінці кінців збиралися деталі однієї групи розмірів. Комірки з однаковими деталями розміщувалися за зростанням розмірів деталей, які знаходяться в них. При такій систематизації втулок підбір для штока відповідної по діаметру гільзи не викликає проблем. Спочатку нова пара збиралася з невеликим натягом, так щоб шток хоч і важко, але міг рухатися в гільзі. Після цього проводилася притирання пари алмазною пастою з розміром зерна до 1 мкм, тобто пастою марки 1/0.

Відсоток виходу хороших пар зібраних за такою методикою становить приблизно 40 відсотків від загальної кількості перешліфованих пар. Деталі розміри яких лежать в зонах 2 і 3 (рис. 4) в принципі збиратися не можуть. При будь-якій комбінації зазор в парі буде більше допустимого [3].

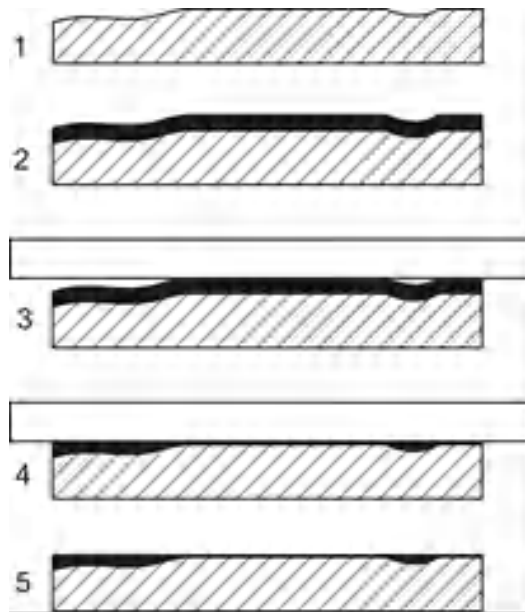
Як було сказано, частина деталей після перешліфовування не можуть бути зібрані в нові пари. Штоки діаметр яких знаходиться в зоні 2 (рис. 4) та гільзи з діаметром із зони 3 мають розміри які при будь-якій комбінації не забезпечать необхідного зазору в парі.

Для забезпечення можливості спільного складання названих груп деталей на шток необхідно нанести шар зносостійкого покриття товщиною 5-7 мкм. Вивчення цього питання дозволило зробити висновок, що найбільш прийнятними способами збільшення діаметра гільзи є хіміко-гальванічне нанесення максимально рівномірного шару хрому товщиною порядку 10 мкм з наступною обробкою поверхні для відновлення її циліндричності.

Як показала практика найбільш простим і дешевим способом відновлення циліндричності штока після нанесення покриття є шліфування останнього самоустановлювальним бруском і шаржування алмазною пастою.

Схема способу обробки показана на рисунку 5.

Оброблюваній деталі, що підтримується обертовим центром, надається обертання зі швидкістю не менше 3000 об/хв [3,4]. Шліфувальний брусок притискаючись до деталі самовстановлюється по її поверхні і зішліфовує ділянки покриття, що знаходяться вище середньої лінії твірної циліндра.

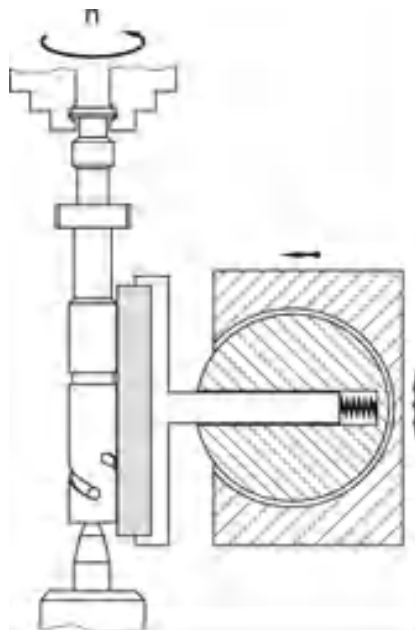


*Рис. 5. Схема відновлення прямолінійності твірної циліндричної поверхні штока*

При даній схемі обробки формотворчим елементом є профіль шліфувального бруска, тому площинність його поверхні повинна бути близька до ідеальної. А так як в процесі обробки поверхня бруска зношується, то його необхідно періодично притирати з іншими аналогічними брусками до повного відновлення площинності їх робочої поверхні [3].

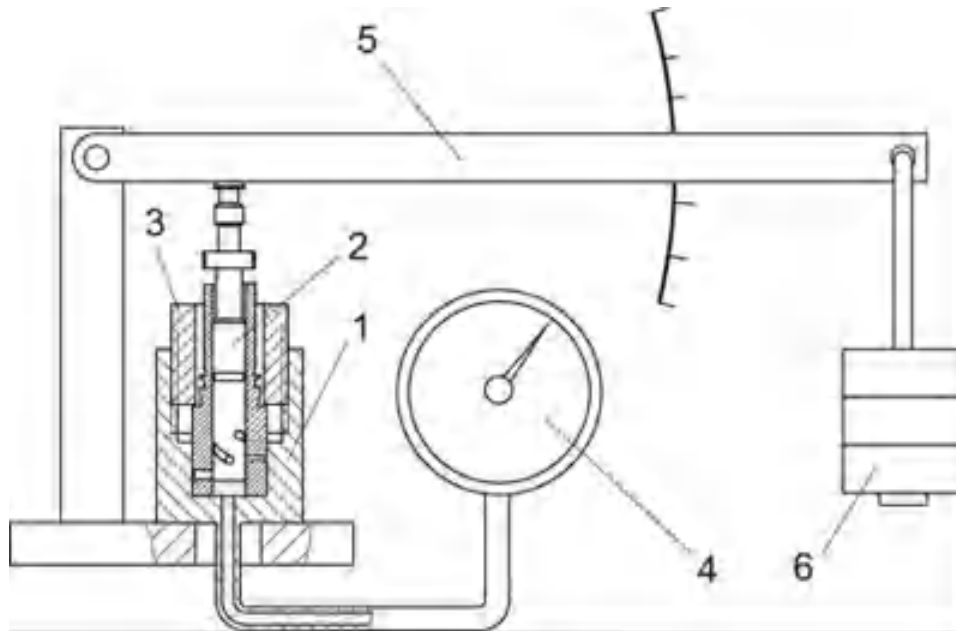
Послідовність відновлення прямолінійності твірної циліндричної поверхні штока схематично показана на рисунку 5.

Комплексний контроль плунжерних пар здійснюється при перевірці і регулюванні паливних насосів високого тиску на які вони встановлюються. У разі невідповідності робочих параметрів насоса розрахунковим плунжерні пари вибраковуюються [4]. Для виключення подібних ситуацій відновлені плунжерні пари повинні піддаватися стовідсотковому контролю при збірці.



*Рис. 6. Схема пристрою для шліфування поверхні штока*

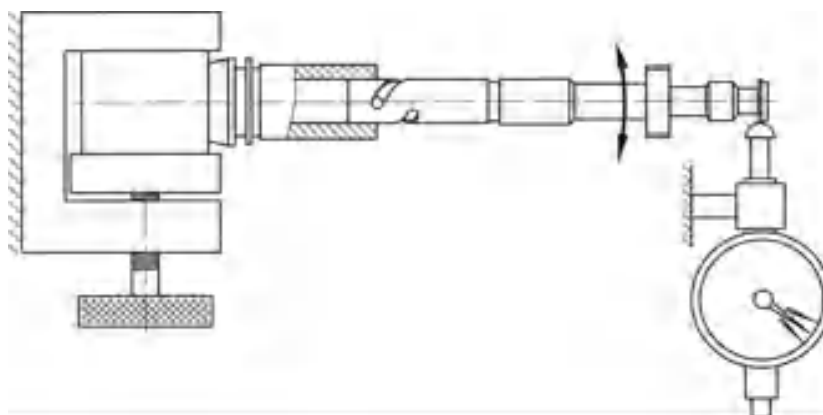
Найбільш об'єктивним методом контролю якості зборки плунжерних пар є вимірювання швидкості протікання дизельного палива через зазор між штоком і гільзою плунжерної пари, а також величина робочого тиску створюваного плунжерній парою при робочому ході штока [4,5].



*Рис. 7. Схема пристосування для контролю гідравлічної щільності плунжерних пар*

Схема стенда для контролю якості зборки плунжерних пар представлена на рисунку 7. Основними елементами конструкції стенду є стакан 1 в який встановлюється плунжерні пара 2. Гільза плунжерної пари щільно притискається до дна склянки гайкою 3.

Робоча порожнину склянки з'єднана з манометром 4. У склянці повинно знаходитися дизельне паливо в яке опускається плунжерні пара з виведеним у верхнє положення штоком. Паливо при цьому заповнює внутрішню порожнину гільзи і може бути витіснене штоком тільки через зазор між робочими поверхнями штока і гільзи. Зусилля на штоку створюється важелем 5 за допомогою підвішених на ньому вантажів 6.



*Рис. 8. Схема пристосування для визначення величини зазору в плунжерній парі за розмахом гойдання штока*

Представлений стенд [4-6] дозволяє оцінити щільність спряження пари і визначити створюваний нею тиск при строговизначеному навантаженні на штоку. Допустима швидкість опускання важеля і тиск повинні бути відтаровані по контрольних зразках нових плунжерних пар.

У процесі селективної зборки плунжерні пари повинні перевірятися по плямі контакту сполучених поверхонь. З цією метою використовується метод з використанням графітним мастила. Робочі поверхні плунжерної пари змащуються невеликою кількістю мастила яка рівномірно розподіляється в зазорі між контрольованими поверхнями шляхом переміщення штока в гільзі [4-6]. Потім, мастило з поверхні штока витиралося і він вставлявся, і тут же витягувався з гільзи, на внутрішній поверхні якої залишалася мастило. У результаті, у випадку якісного сполучення, поверхня штока повинна бути знову рівномірно покрита мастилом. Наявність світлих плям на його поверхні неприпустимо.

Зазор в сполученні штока і гільзи може бути проконтрольований непрямим методом. З цією метою використовується спеціальна оснастка показана на рисунку 8. Величина зазору може бути оцінена за величиною гойдання штока в гільзі коли шток входить у гільзу на величину порядку  $1/10$  своєї довжини [5]. Як видно зі схеми, величина гойдання стрілки індикатора, при надаванні знакозмінного навантаження штоку, безпосередньо пов'язана з величиною зазору в сполученні.

Так, для плунжерних пар дизельного двигуна розмах гойдання кінця штока при 5 міліметровому входженні штока в гільзу не повинен перевищувати 0,02 мм. У цьому випадку діаметральний зазор в парі не буде перевищувати 2 мкм.

Пропонований спосіб контролю досить простий і об'єктивний. Його можна використовувати як перший ступінь контролю плунжерних пар. Після чого перевіряється пляма контакту сполучених поверхонь, а потім щільність спряження по витoku дизельного палива [6].

*Висновки.* Перешліфовування зношених робочих поверхонь плунжерних пар дозволяє відновити їх початкові технічні характеристики за допомогою сучасних методів обробки, таких як використання алмазних паст різної зернистості.

Практика показала, що зняття припуску величиною 3-5 мкм усуває основні сліди зношення на поверхнях деталей, що підвищує їх подальшу експлуатаційну надійність.

Селективна збірка деталей після перешліфовування забезпечує точність підбору пар, що гарантує надійне функціонування паливних насосів високого тиску. Для деталей, які після перешліфовування не можуть бути зібрані в нові пари, необхідно застосовувати технології відновлення, такі як нанесення зносостійкого покриття. Контроль якості відновлених плунжерних пар включає перевірку гідравлічної щільності і визначення зазорів за допомогою методів непрямого контролю, що забезпечує високу точність.

### Список використаної літератури

1. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД, 2019. 257с.
2. Механізми і системи двигуна. веб-сайт. URL: <https://naurok.com.ua/navchalniy-material-testovi-zavdannya-mehanizmi-i-sistemi-dviguna-172539.html> (дата звернення 15.09.2024)
3. Unit Pump System (UPS/PLD). URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Unit\\_Pump\\_System\\_\(UPS/PLD\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Unit_Pump_System_(UPS/PLD)) (дата звернення 15.09.2024)
4. Удосконалення діагностування плунжерних пар паливних насосів високого тиску. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/12566/1/Chorny BV KR 208 2021.pdf> (дата звернення 15.09.2024)
5. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навчальний посібник Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.
6. Організаційні форми використання сільськогосподарської техніки: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizaciyi-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 15.09.24).

**Олександр ДОВГАЛЮК<sup>3</sup>,**

студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА В УКРАЇНІ: АВТОМАТИЗАЦІЯ, МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

***Анотація.** У статті аналізуються сучасні підходи до автоматизації та механізації цих процесів, зокрема новітні конвеєрні системи, які зменшують втрати та підвищують ефективність. Обговорюється важливість модернізації елеваторних систем та впровадження інноваційного обладнання для підтримки лідерських позицій України на світовому ринку зернових.*

***Ключові слова:** зернові культури, зберігання, транспортування, автоматизація, механізація, конвеєрні системи.*

***Annotation.** The article analyzes modern approaches to the automation and mechanization of these processes, in particular the latest conveyor systems that reduce*

---

<sup>3</sup>Науковий керівник – Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

*losses and increase efficiency. The importance of modernization of elevator systems and the introduction of innovative equipment to support Ukraine's leading position in the world grain market is discussed.*

**Key words:** *grain crops, storage, transportation, automation, mechanization, conveyor systems.*

**Вступ.** Україна – один з провідних виробників і експортерів зернових в Європі і в світі [1-4]. Тому технології зберігання і транспортування зерна вимагають підвищеної уваги і впливають на конкурентоспроможність вітчизняної продукції на ринку.

Основне завдання зерносховищ – забезпечити найкращі умови для зберігання зернових культур і максимально знизити втрати якості зерна при довготривалому зберіганні [1-4].

Ефективне зберігання зерна визначає економічну стійкість будь-якої країни. Системи елеваторів та зерносховищ в Україні є надійним фундаментом для зернового ринку [1]. Цей сектор постійно знаходиться у процесі розвитку та модернізації, пристосовуючись до сучасних вимог.

Сьогодні це комплексні системи, які не лише забезпечують збереження зерна, але і його сушіння, обробку та сортування [1,2]. Серед їх партнерів – як великі агропромислові компанії, так і невеликі фермерські господарства та зернові трейдери. Елеватори, колгоспи та підприємства з переробки сільгосппродукції в Україні задовольняють внутрішні потреби та забезпечують можливість експорту.

Зернові термінали на узбережжі Чорного моря відіграють ключову роль у цьому процесі, перевозючи мільйони тонн продукції щорічно [1,2]. Більшість підприємств галузі зосереджені в центральних, східних та південних регіонах України. З урахуванням змінних економічних умов важливо слідкувати за новинами та тенденціями в цій сфері для забезпечення ефективного функціонування.

Сьогодні, через проблеми з логістикою зерна та недостатність елеваторних потужностей, виникає необхідність у будівництві нових зерносховищ. Це стосується як великих зернових холдингів, так і сільгоспвиробників, включаючи фермерів [1-3]. Однією з причин будівництва власних зерносховищ є спроба сільгоспвиробників скоротити витрати на послуги зберігання зерна у сторонніх спорудах.

Зберігання зерна є складним процесом, що потребує використання надійних систем автоматизації. Забезпечити стабільність якісних та кількісних показників зерна під час тривалого зберігання можна лише у спеціалізованих зерносховищах [1,2].

Технологічні процеси, пов'язані з експлуатацією зерносховищ (наприклад, завантаження, вивантаження, обробка), повинні бути повністю автоматизовані та механізовані, використовуючи як стаціонарні, так і пересувні агрегати, з використанням принципу самопливу зерна.

Впровадження сучасних технологій у сільському господарстві завжди

відіграло ключову роль у підвищенні ефективності виробництва та забезпеченні продовольчої безпеки. Однією з найважливіших галузей цього процесу є механізація зберігання зерна [1,2].

**Виклад основного матеріалу.** Первинна обробка і транспортування зерна мають ключове значення для зернозаготівлі. Проте, часто недооцінюється важливість ефективного транспортування зерна, що гарантує безпеку його якості та уникнення втрат під час перевезення [2,3]. Оскільки зберігання може тривати довго, а зерно є вкрай чутливим продуктом, необхідно дбати про його правильне транспортування. Крім того, покупці зерна постійно підвищують стандарти і встановлюють нові вимоги.

Таким чином, важливо ставитися до транспортування зерна з великою увагою та відповідальністю. Для цього використання спеціального обладнання для транспортування зерна є вирішальним. Основне завдання такого обладнання - забезпечення якісного та продуктивного перевезення зерна, а також спрощення процесу його переміщення.

Процес транспортування зерна може бути складним і тривалим, особливо коли обсяги великі, а обладнання застаріле і зношене. В таких умовах час, витрачений на весь процес, стає критичним. Для будь-якого підприємства така ситуація може мати катастрофічні наслідки [2,3]. Постійне підвищення продуктивності і полегшення процесу транспортування зерна є важливим завданням. Тільки в такий спосіб можна досягти високої ефективності використання обладнання. Застосування сучасного та якісного зернотранспортного обладнання дозволяє аграріям зменшити витрати на зберігання, при цьому зерно не втрачає своєї якості.

Низька якість зерна часто виникає через його пошкодження під час операцій навантаження та розвантаження, особливо при завантаженні до зерносховищ [2]. Зараз проблема післязбиральної обробки зерна є особливо актуальною. Дослідження показують, що кожні 10% травмованого насіння озимої пшениці може знизити урожайність на 1 – 2,5 ц/га, а також що високий рівень травмування насіння призводить до ще більших втрат врожайності [2].

Сьогодні на ринку існує різноманітні технічні засоби для транспортування зерна, включаючи мобільні та стаціонарні перевантажувачі різних типів, видів та моделей. Давайте розглянемо основні транспортні засоби, які найчастіше використовуються різними підприємствами для зберігання та переробки зерна.

Серед усіх пристроїв для безперервного переміщення матеріалів, стрічкові конвеєри є найпоширенішими (рис. 1).

Стрічкові конвеєри можуть бути стаціонарними, що функціонують постійно на одному місці, або пересувними, які переміщуються для виконання завдань з одного місця на інше [3].

Ці конвеєри можуть використовуватися для переміщення матеріалів як в горизонтальному, так і в похилому напрямку, з кутом підйому, що не перевищує 2/3 кута природного укосу матеріалу в русі.

Стрічковий конвеєр складається зі станини з двома кінцевими барабанами: приводним і натяжним, які огинаються нескінченною стрічкою. Верхня гілка



стрічки переміщує матеріал під час свого руху. Роликові опори підтримують верхню (несучу) гілку стрічки, тоді як роликові опори - нижню (парубком). Відхиляючий барабан збільшує кут обхвату приводного барабана стрічкою [3].



*Рис. 1. Прямий стрічковий конвеєр*

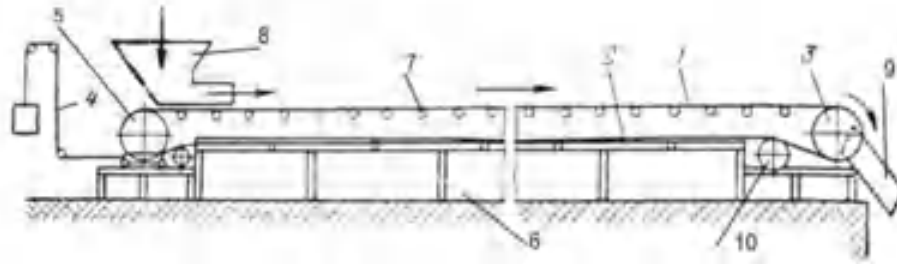
Стрічковий конвеєр обладнаний завантажувальною та розвантажувальною воронками, натягачем і направляючими барабанами, розташованими у місцях, де стрічка змінює напрямок руху (рис.2).

Максимальний кут нахилу конвеєра зі звичайною гумовою стрічкою при транспортуванні будівельних матеріалів становить приблизно 22-25°. Збільшення кута підйому стрічкових конвеєрів досягається за допомогою стрічок з ребрами, жолобчастих стрічок або використанням додаткового конвеєра для транспортування на похилій ділянці [3,4].

Найчастіше використовуються конвеєри з шириною стрічки від 400 до 2000 мм і швидкістю руху стрічки від 0,8 до 5 м/с. Наприклад, конвеєр із стрічкою шириною 400 мм і швидкістю 1 м/с може мати продуктивність до 25 м<sup>3</sup>/год, а при стрічці шириною 650 мм і швидкості 2 м/с - до 200 м<sup>3</sup>/год.

Найпоширенішим типом стрічок для стрічкових конвеєрів є прогумована стрічка, складена з кількох шарів міцної тканини (прокладок), які з'єднані між собою вулканізованою гумою. Міцність стрічки залежить від її ширини і кількості прокладок [4].

Найефективнішим методом з'єднання кінців прогумованих стрічок є склеювання гумовим клеєм з подальшою вулканізацією. При такому методі з'єднання ділянка стрічки у стику не відрізняється по гнучкості від решти стрічки і добре проходить по барабанах і роликах без зайвих опорів і ударів.



**Рис. 2. Схема стрічкового конвейєра: 1 – стрічка конвейєра, 2 – роликовий стан, 3 – приводний барабан, 4 – натяжний пристрій, 5 – натяжний барабан, 6 – конвейєрний стан, 7 – ролики з ро-ликоопорами робочої гілки, 8 – завантажувальний пристрій, 9 – розванта-жувальний пристрій, 10 – відхиляючий барабан.**

У конвеєрах великої довжини використовують прогумовану стрічку, яка армована сталевими гнучкими тросами діаметром 3-4 мм.

Така стрічка має значно вищу міцність порівняно зі звичайною і залежить від кількості тросів у стрічці та їхніх характеристик.

Також для цих цілей застосовують сталеві стрічки холодної прокатки товщиною 0,6-1 мм і шириною 500-600 мм [4-6].

Гілки стрічкового конвеєра, що несуть навантаження, підтримуються роликівими опорами, розміщеними на відстані від 800 до 1400 мм одна від одної, залежно від ваги навантаження. Занадто велика відстань між опорами призводить до провисання гілки стрічки і збільшує опір її переміщенню.

Відстань між опорами на ненавантаженій гілці може бути вдвічі більшою, ніж на навантаженій. Для підвищення ємності верхньої навантаженої гілки стрічці надають жолобчасту форму, розміщуючи її на трьох-роликівих опорах, кожна з яких складається з середнього горизонтального і двох бічних роликів, розташованих під кутом 15-20° [4,5].

Загальний вигляд похилого стрічкового конвейєра і його основних вузлів представлено на рисунку 3.



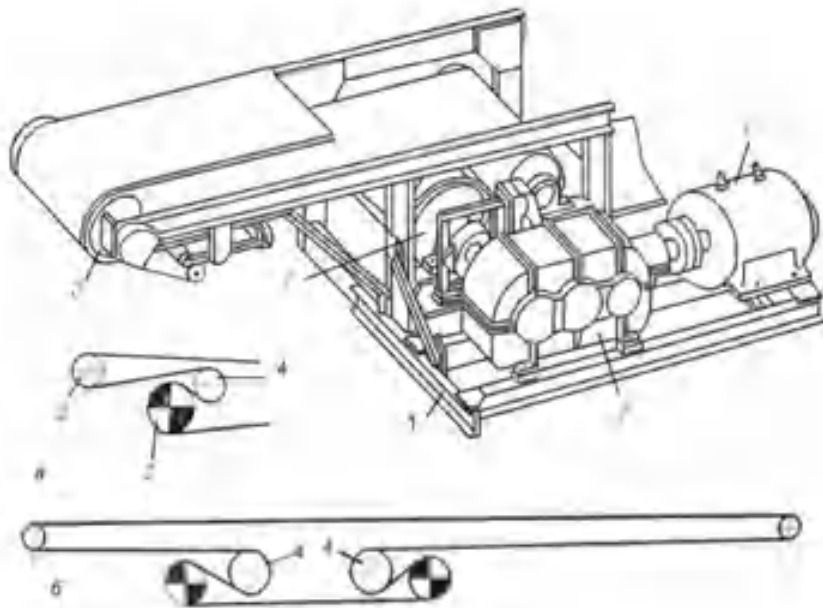
**Рис. 3. Схема функціонування похилого стрічкового конвейєра: 1 – розвантажувальний пристрій; 2 – привод; 4 – стрічка; 5 – завантажувальний пристрій.**

Діаметр роликів обирається таким чином, щоб при встановленій швидкості стрічки їхня кількість обертів не перевищувала 300 в 1 хвилину.

Привід конвеєра складається з барабана, що приводиться в рух електродвигуном за допомогою зубчастого редуктора (рис. 4).

Привід конвеєра відповідає за передачу тягового зусилля стрічці. Він

складається з приводних, розвантажувальних, відхиляючих барабанів і силових агрегатів. Ці елементи, змонтовані на несучій конструкції, утворюють приводну станцію [5,6]. Широке застосування в приводах знайшли пускозапобіжні гідромуфти. Вони встановлюються між валом електродвигуна і вхідним валом редуктора, щоб забезпечити плавний запуск і запобігти недопустимим перевантаженням привода стрічкового конвеєра.

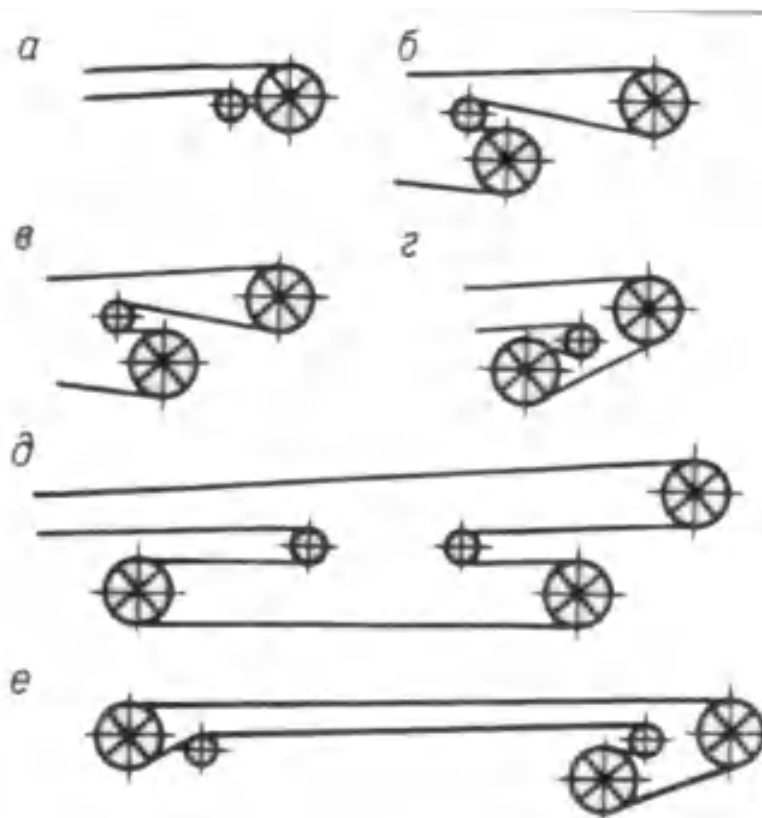


**Рис. 4. Конструкція та схеми приводу стрічкових конвеєрів: а) – з одним приводним барабаном; б) – з двома приводними барабанами. 1 - рама, 2 - приводний барабан, 3 - розвантажувальний барабан, 4 – електродвигун, 5 – редуктор, 6 – відхиляючий барабан, 7 – натяжний барабан.**

Станція приводу стрічкового конвеєра (рис. 4) складається з таких компонентів, як основна рама 1, приводний барабан 2, розвантажувальний барабан 3, електродвигун 4, редуктор 5 і відхиляючий барабан 6.

Приводні барабани використовуються для передачі тягового зусилля від барабана до стрічки за допомогою фрикційного зчеплення. Діаметр приводного барабана залежить від довжини конвеєра, кількості прокладок у стрічці та типу тканини. Ширина барабана зазвичай перевищує ширину стрічки на 150-200 мм [4-6].

Різні конструкції стрічкових конвеєрів можуть мати від одного до трьох приводних барабанів, залежно від їх довжини, продуктивності та кута нахилу. Величина передачі тягового зусилля на стрічку шляхом огинання барабанів залежить від натягу стрічки, коефіцієнта тертя, схеми та кута обхвату барабанів стрічкою [5]. Для максимальної передачі тягового зусилля збільшують кут обхвату приводного барабана стрічкою за допомогою відхиляючих барабанів (рис. 5). Чим більше натяг, кут обхвату та коефіцієнт тертя, тим більше зусилля передається стрічці конвеєра.



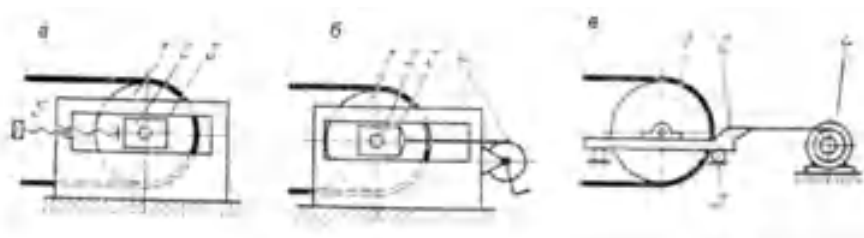
*Рис. 5. Схеми передачі тягового зусилля від приводних барабанів до стрічки: а і б – однобарабанна, в і з – двобарабанна, д – трибарабанна, е – двобарабанна в головній і однобарабанна в хвостовій частинах, 1 – приводний барабан, 2 – відхиляючий барабан.*

Для досягнення потрібного натягу стрічки використовують гвинтові пристрої або натяжні барабани з вантажами. Гвинти періодично підтягуються по мірі витягу стрічки та ослаблення її натягу [6-8]. Натяжні пристрої з вантажами забезпечують стале та рівномірне натягнення стрічки.

Для очищення стрічки від прилиплих мокрих або в'язких матеріалів під розвантажувальним барабаном встановлюють скребки або щітки.

Натяжний пристрій у стрічковому конвеєрі необхідний для досягнення оптимального натягу стрічки та запобігання пробуксовування приводних барабанів. Він також обмежує провисання стрічки між роликowymi опорами і компенсує її видовження протягом роботи [6].

Основними параметрами натяжних пристроїв є рівень натягу стрічки, швидкість переміщення натяжного барабану і довжина його ходу. Цей хід компенсує видовження стрічки, що виникає під час її експлуатації, і надає можливість скоротити стрічку у разі обриву під час роботи [6].



*Рис. 6. Натяжні пристрої стрічкового конвеєру*

У коротких конвеєрах, що мають довжину до 80 метрів, натяжний барабан (позначений як 1 на рисунку 6, а та б) ковзає вздовж направляючих (позначених як 3) за допомогою корпусів підшипників (позначених як 2) на його валу, що приводиться в рух лебідкою (позначеною як 4) з ручним приводом або гвинтом (позначеним як 5) [7]. На довгих стаціонарних або напівстаціонарних конвеєрах, довжина яких перевищує 100 метрів, натяжний барабан (позначений як 1 на рисунку 6, в) твердо закріплений на візку (позначеному як 2), який переміщується по рейках (позначених як 3) за допомогою електричної лебідки (позначеної як 4). Управління цією лебідкою автоматизується за допомогою встановлення датчика контролю навантаження стрічки.

Матеріал з конвеєра розвантажується в приймальний лоток з кінцевого барабана або в будь-якому місці стрічки за допомогою спеціальних пристроїв, які розвантажують у вигляді плужкових скидачів або візків. Плужкові скидачі можуть розвантажувати весь матеріал або його частину на одну або обидві сторони від стрічки [7,8].

Стрічковий конвеєр дозволяє проводити завантаження матеріалу в будь-якому місці. Для цього використовуються різноманітні конструкції завантажувальних пристроїв, які мають за мету рівномірно розподіляти та завантажувати матеріал на стрічку по всій її ширині без просипів та втрат [7].

Очисні пристрої призначені для видалення налипаючого вантажу зі стрічки. Вони представлені у вигляді шкребків, які армовані резиною і монтується на нижній гілці стрічки поблизу приводного механізму так, щоб вони могли прилягати до поверхні стрічки, не завдаючи їй пошкоджень. Плужкові скидачі використовуються для транспортування неабразивних матеріалів зі швидкістю до 1,5 м/с. Також застосовуються циліндричні капронові щітки, які обертаються в протилежному напрямку до руху стрічки, що забезпечується власним приводом або барабаном конвеєра [8].

Продуктивність стрічкового конвеєра розраховується за формулою [8]:

$$Q_k = 60 S_{pp} \cdot V_s \cdot \gamma \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ т/хв} \quad (1)$$

де:  $S_{pp}$  – площа поперечного перерізу вантажу на стрічці;

$V_s$  – швидкість руху полотна стрічки, м/с;

$K_1$  — коефіцієнт, який залежить від кута установки конвеєра,  $K_1 = 1$ , при кутах до 6 град,  $K_1 = 0,95$  при кутах від 6 до 18 градусів;

$K_2$  — коефіцієнт, який враховує умови експлуатації;  $K_2 = 1,0$ , для стаціонарних установок,  $K_2 = 0,90$  – для напівстаціонарних установок.

**Висновок.** Україна є важливим гравцем на ринку зернових культур, і технології зберігання та транспортування зерна критично впливають на якість продукції та її конкурентоспроможність. Модернізація елеваторних систем та автоматизація процесів зберігання і транспортування допомагають зменшити втрати та підвищити ефективність. Сучасні конвеєри значно поліпшують продуктивність і знижують пошкодження зерна. Впровадження інновацій та розширення потужностей є ключовими для підтримки лідерських позицій України на світовому ринку зернових.

## Список використаної літератури

1. Зберігання зернових культур. веб-сайт. URL: <https://trotec.com.ua/uk/blog/zberigannya-zernovyh-kultur/> (дата звернення 18.09.2024)
2. Зберігання зерна. веб-сайт. URL: <https://gcs.com.ua/zerno> (дата звернення 18.09.2024)
3. Способи транспортування зерна на елеваторах. веб-сайт. URL: <https://mysilo.com.ua/mediatsentr/novyny/209-sposoby-transportuvannia-zerna-na-elevatorakh.html> (дата звернення 18.09.2024)
4. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник Київ: Каварела. 2018. 552 с.
5. Берник І.М. Основні засади проектування машин і обладнання переробних виробництв. *Теорія і практика будівництва. Науково-технічний журнал*. 2011. № 8. С. 6-9.
6. Елеватор підлоговий чи силосний. веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/article/elevator-pidlogovyj-chy-sylosnyj/> (дата звернення 18.09.2024)
7. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.
8. Бурлака О. А., Яхін С. В. Підвищення ефективності роботи скребкових елеваторів з відцентровим типом розвантаження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 195-200.

**Назар ГАЛЬОМКО<sup>4</sup>**

студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРЕКІНГОВИХ СИСТЕМ У ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЯХ ЗАЛЕЖНО ВІД СЕЗОННИХ ЗМІН ТА ЧАСТОТИ РЕГУЛЮВАННЯ ОРІЄНТАЦІЇ ФОТОМОДУЛІВ

*Анотація.* У статті розглянуто результати розрахунків генерації електроенергії сонячними модулями у різні сезони для міста Вінниці. Оцінено ефективність використання одноосьових та двоосьових трекерів у порівнянні з нерухомими модулями. Виконано аналіз впливу зміни кутів орієнтації фотомодуля на прогнозовану електрогенерацію. Отримано висновки щодо підвищення продуктивності систем із трекінгом та впливу частоти регулювання кутів на ефективність фотомодулів.

---

<sup>4</sup>Науковий керівник – Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

**Ключові слова:** трекінг, фотомодулі, електрогенерація, інсоляція, трекер.

**Annotation.** *This article presents the results of calculations of electricity generation by solar modules in different seasons for the city of Vinnytsa. The efficiency of using single-axis and dual-axis trackers was compared with fixed modules. The impact of changing the orientation angles of the photovoltaic module on the predicted electricity generation was analyzed. Conclusions were drawn regarding the productivity increase in systems with tracking and the effect of angle adjustment frequency on the efficiency of photovoltaic modules.*

**Keywords:** *tracking, photovoltaic modules, electricity generation, insolation, tracker.*

**Вступ.** Сучасна енергетика активно розвивається у напрямку використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна енергія. Одним із ключових компонентів фотоелектричних систем є трекінгові системи, які дозволяють максимізувати продуктивність сонячних модулів шляхом зміни їх орієнтації відносно сонця. Це особливо важливо в умовах постійної зміни положення сонця протягом доби та року. Використання трекерів дозволяє збільшити кількість зібраної енергії на 15-35% залежно від сезону [1].

Існують кілька типів трекінгу: одноосьовий, двоосьовий та нерухомі системи. Дослідження показують, що трекери, які стежать за положенням сонця по двох осях, дозволяють отримувати більше енергії, ніж одноосьові або фіксовані системи [2]. Однак використання трекерів підвищує вартість системи та енергоспоживання на власні потреби, тому важливо визначити оптимальне співвідношення ефективності та вартості для різних умов [3].

У цій роботі проведено розрахунки генерації електроенергії сонячними модулями в місті Вінниці для чотирьох сезонів. Досліджено ефективність різних типів трекінгу та оцінено вплив частоти зміни орієнтації фотомодулів на продуктивність системи.

### **Виклад основного матеріалу. Розрахунки генерації електроенергії**

Для проведення розрахунків використано середовище GNU Octave із General Public License. Програма для моделювання наведена в додатку А. Оцінки виконано для чотирьох дат, що представляють різні сезони року: 25 грудня, 25 березня, 25 червня та 25 вересня. Коефіцієнт корисної дії (ККД) фотоелектричного модуля прийнято рівним 20% [4].

На рис. 1, 2, 3 та 4 показано графіки погодинної інтенсивності сонячної радіації для міста Вінниці для зазначених дат. Графіки побудовано для систем із двоосьовим трекером, одноосьовими трекерами та нерухомими модулями. Як видно з графіків, двоосьові трекери дозволяють отримати більше енергії протягом усього дня, особливо в умовах низької сонячної активності, таких як грудень [5].

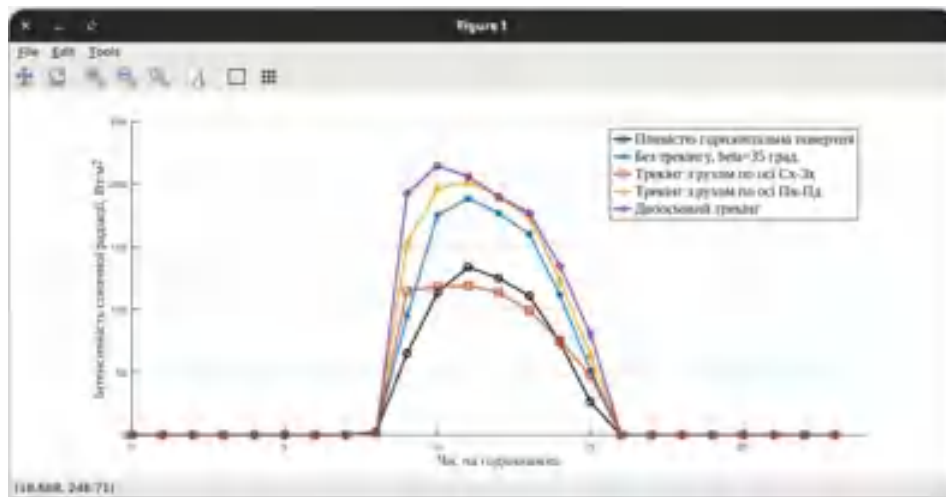


Рис. 1. Отримані значення прогнозованої погодинної сонячної радіації для 25 грудня

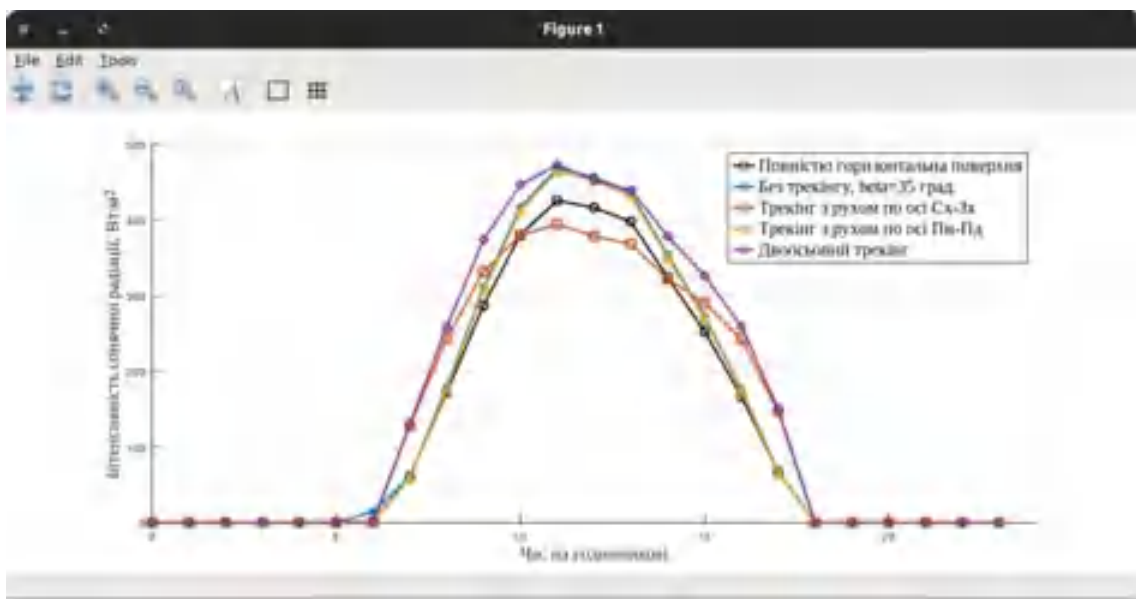


Рис. 2. Отримані значення прогнозованої погодинної сонячної радіації для 25 березня

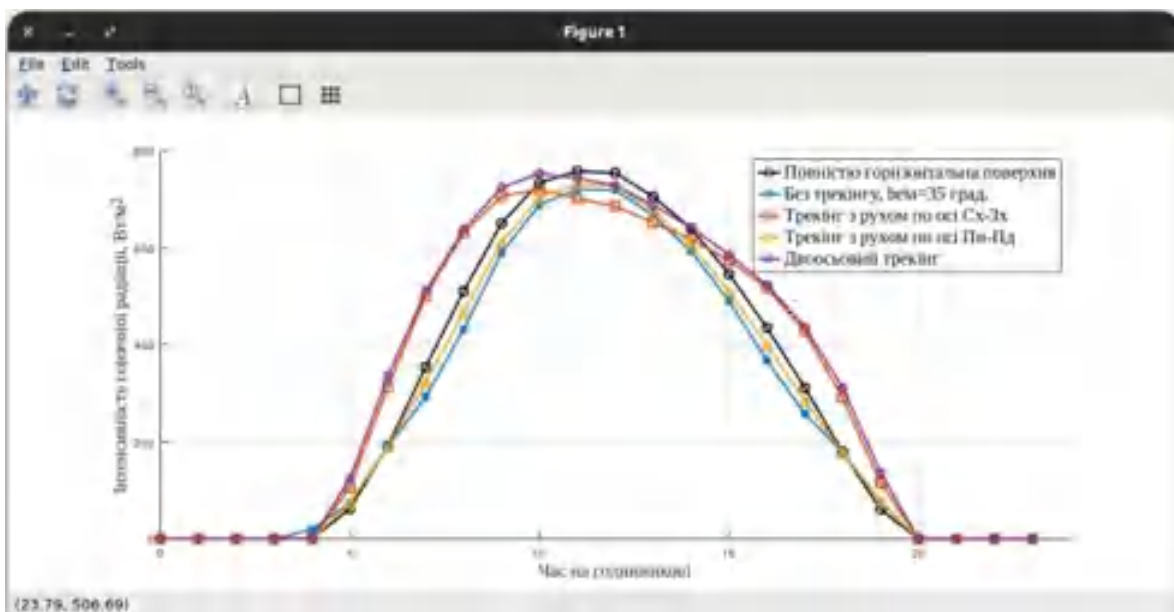
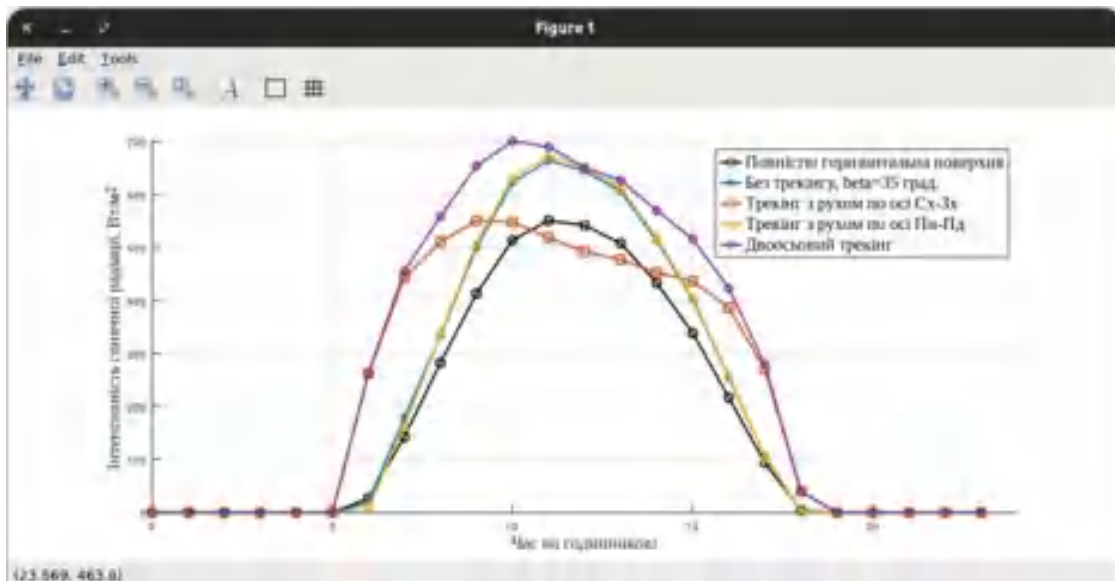


Рис. 3. Отримані значення прогнозованої погодинної сонячної радіації для 25 червня





**Рис.4. Отримані значення прогнозованої погодинної сонячної радіації для 25 вересня**

На рис. 5, 6, 7 та 8 представлено значення сумарної прогнозованої генерації електроенергії за день для кожної дати. Виявлено, що двоосьові трекари підвищують ефективність системи на 15-35% порівняно з нерухомими системами. Цей ефект найбільш виражений у вересні (35%) та березні (15%) [6].

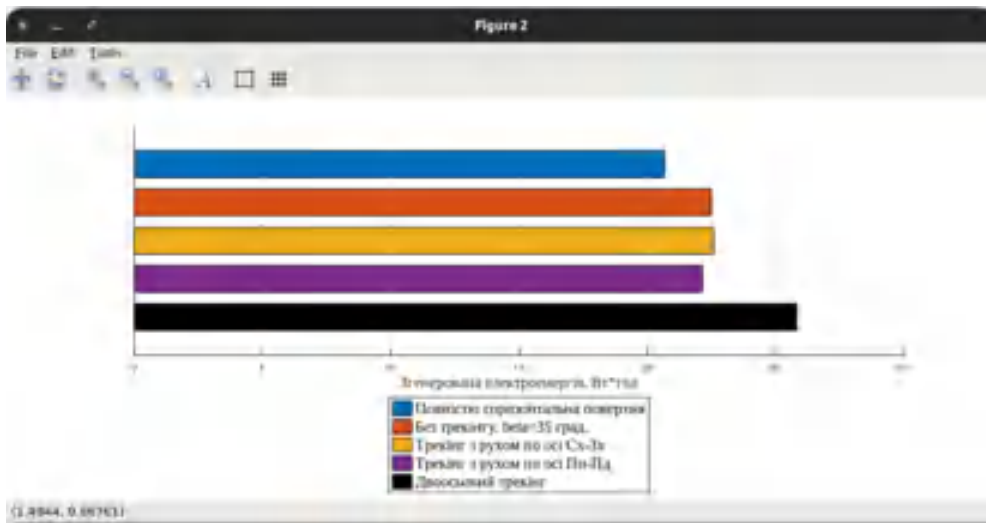
Важливо відзначити, що для двоосьового трекара ефективність підвищується навіть у грудні, коли сонячна активність є мінімальною. У червні, коли сонце перебуває на максимальній висоті, різниця в ефективності між трекаром та нерухомою системою становить близько 25%.

*Вплив зміни кутів орієнтації фотомодуля.*

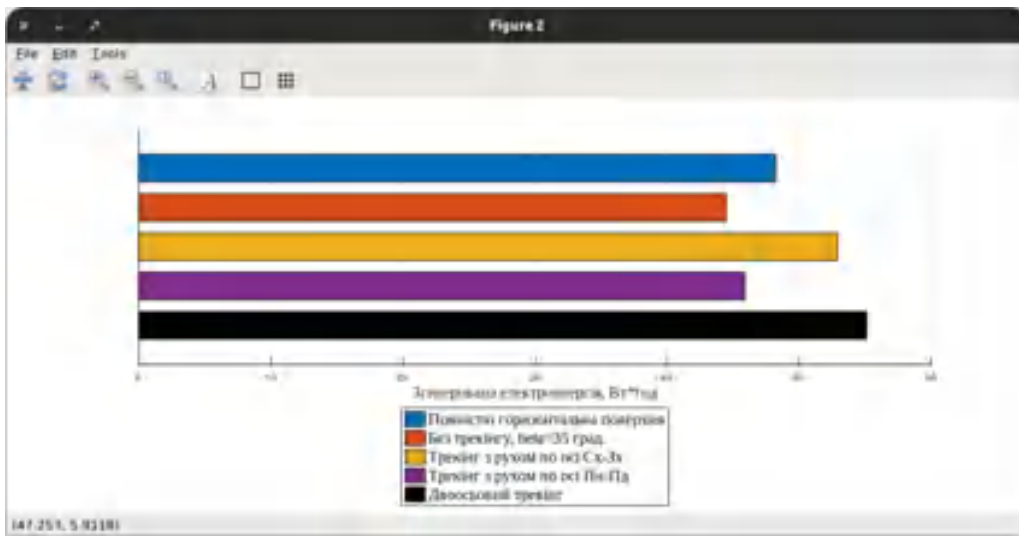
Окремо було досліджено вплив кількості змін кутів орієнтації фотомодуля протягом дня на загальну генерацію енергії. Результати показали, що погодинна регуляція кутів підвищує ефективність електрогенерації на 21%, порівняно з нерухомими системами, тричі на день – на 17%, щоденна регуляція – на 12%, а щосезонна – на 8,5% [7].



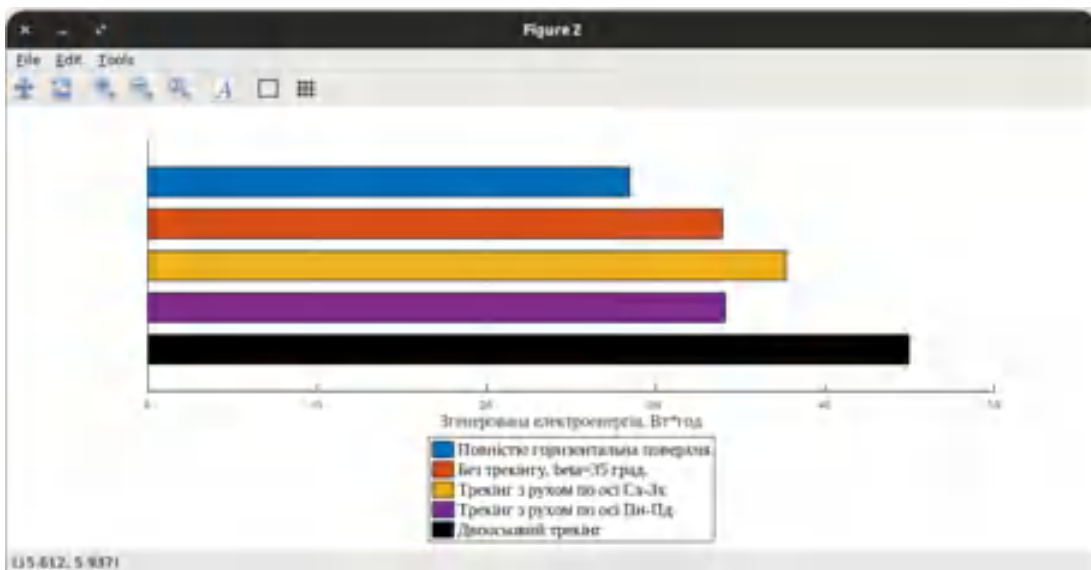
**Рис. 5. Прогнозована генерація електроенергії за день 25 грудня (без урахування власного споживання системи)**



*Рис. 6. Прогнозована генерація електроенергії за день 25 березня (без урахування власного споживання системи)*



*Рис. 7. Прогнозована генерація електроенергії за день 25 червня (без урахування власного споживання системи)*



*Рис. 8. Прогнозована генерація електроенергії за день 25 вересня (без урахування власного споживання системи)*

### *Моделювання зміни площі ФЕМ*

Додатково було розглянуто варіант збільшення площі фотоелектричних модулів у три рази без зміни власного споживання системи. Для місяця березня було розраховано, що за таких умов двоосьові трекеери не надають суттєвої переваги у генерації електроенергії порівняно з нерухомими модулями [8]. Це пояснюється тим, що при збільшенні площі ФЕМ зростає кількість зібраної енергії навіть без зміни кута орієнтації.

**Висновок.** Проведене дослідження показало, що використання двоосьових трекерів у фотоелектричних системах дозволяє значно підвищити ефективність генерації енергії у порівнянні з одноосьовими трекерами та нерухомими системами. Найбільший приріст ефективності спостерігається у вересні та грудні, коли сонце перебуває на нижчій висоті. Крім того, часта зміна кутів орієнтації модуля позитивно впливає на генерацію енергії, проте в системах із великою площею ФЕМ переваги трекінгу можуть бути менш вираженими.

Отримані результати свідчать про необхідність вибору оптимальної частоти регулювання кутів залежно від сезону та площі ФЕМ для досягнення максимальної ефективності системи.

### **Список використаних джерел**

1. Ковальчук О. С., Василенко П. І. Аналіз ефективності фотоелектричних систем із трекінгом. Енергетика. 2019. № 4. С. 45-50.
2. Петренко М. Г., Сидоренко Л. В. Сонячна енергетика: перспективи та виклики. Науковий вісник. 2020. № 6. С. 30-36.
3. Іванов Д. М., Титаренко О. В. Використання трекінгових систем у фотоелектричних станціях. Відновлювані джерела енергії. 2021. № 3. С. 12-19.
4. Бондаренко І. В., Кравченко С. Ю. Розробка та моделювання систем трекінгу для сонячних батарей. Прикладні технології. 2018. № 5. С. 20-28.
5. Науменко І. Г., Шевченко О. В. Моделювання роботи двоосьових трекерів. Вісник технічних наук. 2021. № 2. С. 15-22.
6. Романюк О. П., Коваль О. С. Вплив орієнтації фотомодулів на ефективність генерації енергії. Технічна електродинаміка. 2020. № 7. С. 35-42.
7. Гончаренко С. В., Дмитренко М. Л. Оцінка ефективності сонячних трекерів у різних кліматичних умовах. Екологічна енергетика. 2020. № 8. С. 55-61.
8. Поляков В. І., Рибаків А. В. Моделювання впливу площі ФЕМ на генерацію енергії в системах трекінгу. Відновлювані джерела енергії. 2021. № 1. С. 42-48.

**Нікіта ХИТРУК<sup>5</sup>,**  
студента 6-го року навчання,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **MODELING OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTOR VAT-92-12/8/6/4**

***Anotation.** The work is devoted to the study of the dynamic model of the electric drive of the feeder intended for loading the drying drum. The technique of determining the parameters of the asynchronous motor replacement scheme and choosing an electric motor is considered. Modeling of the VAT-92-12/8/6/4 asynchronous electric motor was done in the MATLAB Simulink program. The parameters of the engine replacement scheme were used to build the simulation model. What made it possible to determine the nature of the primary characteristics and analyze the possibility of achieving the necessary range of regulation to ensure the technological process.*

***Анотація.** Робота присвячена питанню дослідженню динамічної моделі електроприводу живильника, який застосовується для повороту на певний кут та завантаження сушильного барабана. Розглянуто визначення параметрів схеми заміщення для асинхронного двигуна та вибору типу електродвигуна. Моделювання асинхронного електродвигуна VAT-92-12/8/6/4 зроблено у програмі MATLAB Simulink. Для побудови імітаційної моделі електродвигуна VAT-92-12/8/6/4 використано параметри схеми заміщення двигуна. Що дозволило визначити характер перехідних характеристик, та проаналізувати можливість досягнення необхідного діапазону регулювання для забезпечення технологічного процесу.*

**Introduction.** Asynchronous explosion-proof electric motors are mainly used at enterprises of explosive production. Technological mechanisms differ in many ways from each other in their modes of operation. Most of such mechanisms, based on the technological process, require a range of speed regulation from 1:2 to 1:10, to ensure the required quality and quantity of products. So, for feeders of various types used in woodworking industries, speed regulation within 1:3 to 1:15 is necessary, as the technological process requires it. Currently, speed regulation is not used at all for these mechanisms, or multi-speed asynchronous motors are used. [1-7].

At woodworking enterprises, the feeder works in difficult conditions, therefore special requirements are placed on its operation. Necessary regular supervision, cleaning and timely preventive maintenance ensure trouble-free operation of the feeder.

The feeder drive consists of a four-speed asynchronous motor with a short-

---

<sup>5</sup>Науковий керівник – Гайдамак О.Л., к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

circuited rotor of the VAO-92-12/8/6/4 type and a three-stage gearbox of the TSND-500 type.

Presentation of the main material. The purpose of the work is to build a dynamic model of the electric motor and study the nature of the primary characteristics, and to analyze the possibility of achieving the necessary range of regulation to ensure the technological process.

We will model AD VAT-92-12/8/6/4 in the MATLAB Simulink program. The parameters of the engine replacement scheme were used to build the simulation model.

**Presentation of the main material.** The purpose of the work is to build a dynamic model of the electric motor and study the nature of the primary characteristics, and to analyze the possibility of achieving the necessary range of regulation to ensure the technological process.

We will model AD VAT-92-12/8/6/4 in the MATLAB Simulink program. The parameters of the engine replacement scheme were used to build the simulation model.

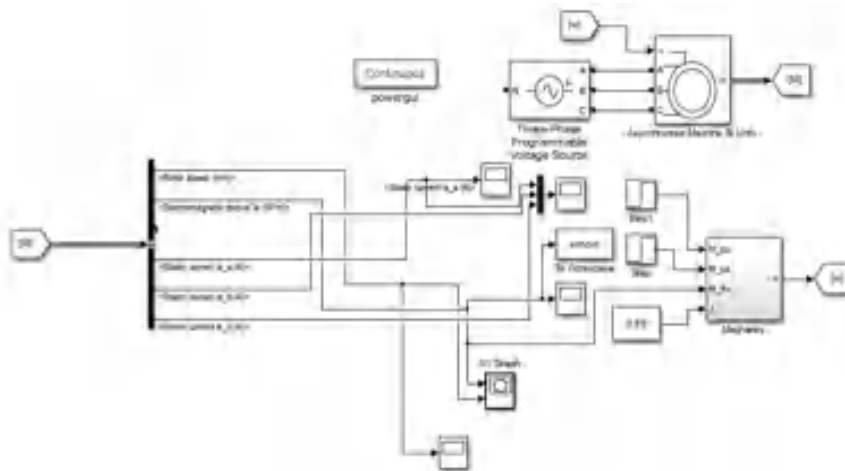


Fig. 1. Simulation model of direct start of an asynchronous motor

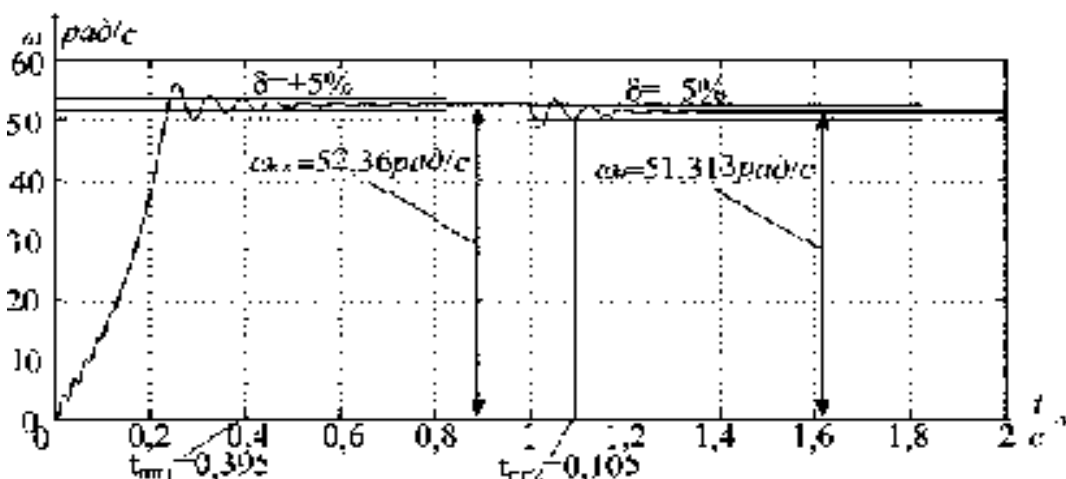


Fig. 2. Transient speed process during direct start of AD with short-circuited rotor VAO 92-12/8/6/4

Since the dynamic mechanical characteristic of AD can be built only as a result of the calculation of transient processes, first we will show the graphs of the transient

processes of speed (figure 2) and moment (figure 3) during direct start of the electric motor.

The main quality indicators for speed characteristics:  $t_p$

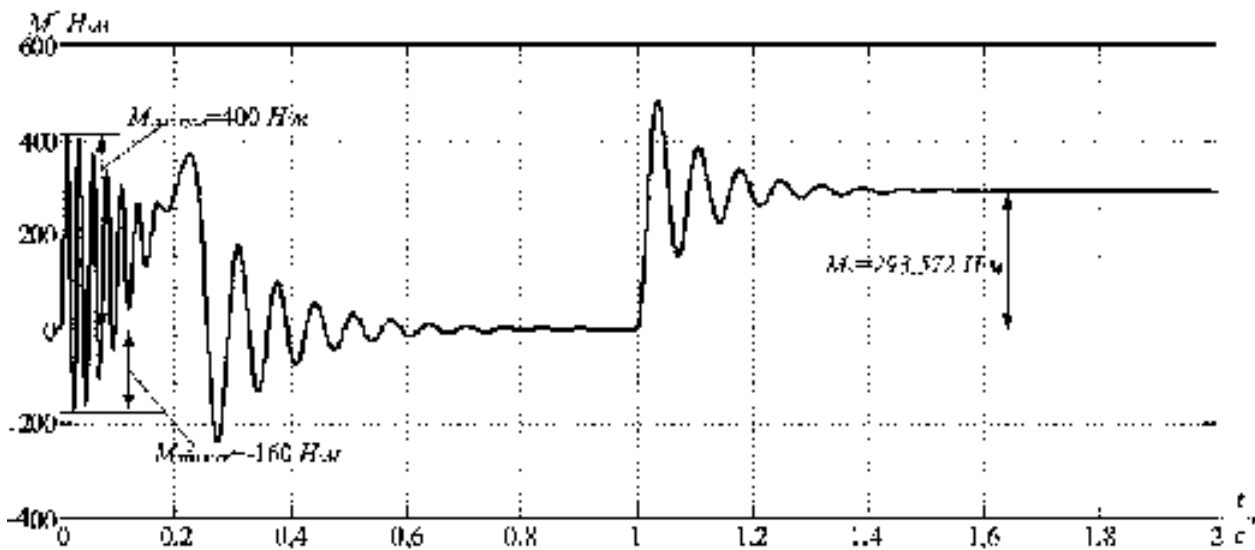
readjustment -  $\sigma = 2,5\%$  ,

transition time to idle speed -  $t_{m1} = 0,395$  c ,

the transition time from idle speed to nominal speed when the load is applied for 1 second -  $t_{m2} = 1,105$  c ,

constant value of idle speed -  $\omega_{x,x} = 52,36$  рад/с ,

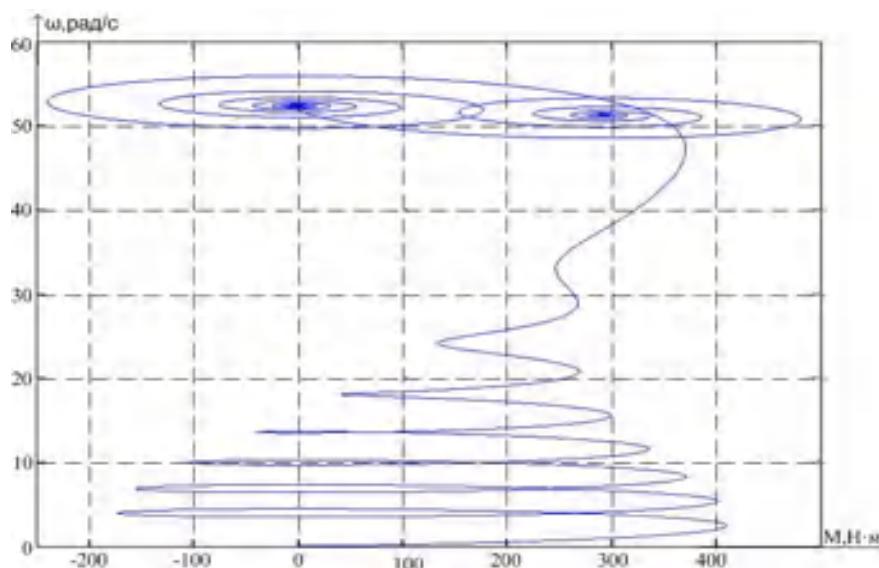
value of nominal speed -  $\omega_n = 51,313$  рад/с .



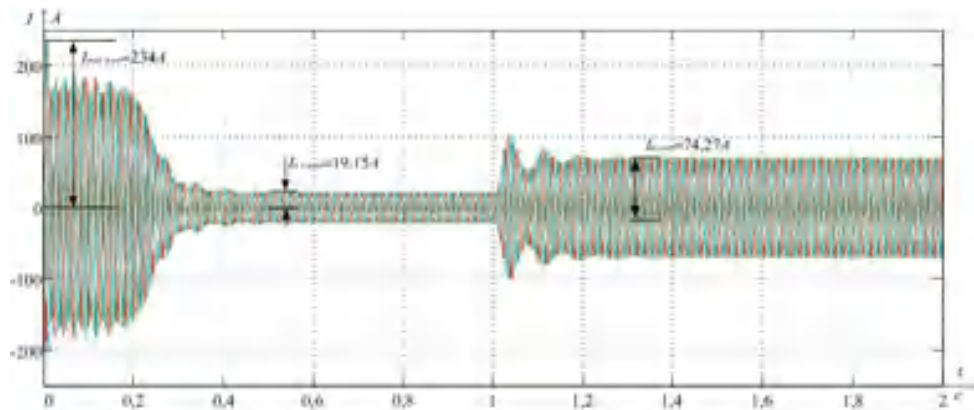
**Fig. 3. Transient process of the electromagnetic moment during direct start of AD with a short-circuited rotor VAO 92-12/8/6/4**

Using the received graphs of transient processes  $\omega = f(t)$  and

$M = f(t)$ , we construct the mechanical dynamic characteristic (Figure 4) during direct start of AD VAO-92-12/8/6/4 and the transient process of the stator during direct start of an asynchronous motor with a short-circuited rotor VAO 92 – 12/8/6/ 4 (Figure 5).



**Fig. 4. Dynamic mechanical characteristics of asynchronous engine VAO-92-12/8/6/4**



**Fig. 5. Transient process of the stator during direct start of an asynchronous motor with a short-circuited rotor VAO 92 – 12/8/6/4**

**Conclusions.** The type of transient process when starting AD by direct connection to the network has an oscillating component in the curve of the electromagnetic moment, which varies from -160 to +410 N·m and fades when the engine accelerates. The electric motor has the greatest acceleration when the dynamic characteristic reaches a critical value, when the moment reaches a value of 410 N·m. Large impact moments during the start of the electric motor can lead to the breakdown of the feeder mechanism (breakage of the reducer, breakage of the traction chain). The value of the stator winding currents at the time of acceleration of the electric motor is 165 A, this leads to the stator winding stopping, after acceleration the current decreases to the nominal value. It is possible to come to the disappointing conclusion that start-up by direct connection to the AD network does not allow to achieve satisfactory transient characteristics. Also, the existing drive does not provide the adjustment range necessary for the technological process.

Since the existing drive does not meet the necessary requirements, it is necessary to justify the new drive.

#### **Список використаних джерел**

1. Бабушкіна Т.Б. Технологічний режим виробництва ДСП-300, 2015
2. Живильник скребковий притирочний ПСП для завантаження сушільних барабанів. Інструкція з експлуатації. 1985.
3. Пухов Ю.С. Транспортні машини. К., "Надра", 1991.
4. Мощинський Ю. А., Беспалов В. Я., Кірякін А. А. Визначення параметрів схеми заміщення асинхронної машини за каталожними даними. - Електрика, 2015.
5. Haydamak, O. L. Regularities of Plasticity Reserve Restoration and Method of Its Calculation for Deformation by Intermediate Heat Treatment
6. Закономірності відновлення запасу пластичності та методика його розрахунку за деформування проміжним термообробленням. Металофізика і новітні технології. 2023. Том 45, № 10. С 1189-1204  
<https://doi.org/10.15407/mfint.45.10.1189>
7. Haydamak, O. L., Hraniak, V. F. Study of the Processes of Forming a Metal Coating by Cold Gas-Dynamic Sputtering and Development of a Technique for

**Олександр КОЧМАРУК<sup>6</sup>,**  
Студент 3-го курсу,  
Інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЕЛЕГАЗОВИХ ВИМИКАЧІВ ПРИ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ (КЗ)**

**Анотація.** У статті проведено дослідження роботи елегазових вимикачів в умовах короткого замикання. Проаналізовано методи розрахунку струмів короткого замикання, а також наведено алгоритми визначення періодичної складової струму коротких замикань (К.З.) і вибору відповідного комутаційного обладнання. Особлива увага приділена вибору вимикачів і роз'єднувачів з урахуванням умов напруги, термічної та електродинамічної стійкості. Результати розрахунків представлено в таблицях та схемах заміщення.

**Ключові слова:** елегазові вимикачі, струм короткого замикання, вибір вимикачів

**Annotation.** The article examines the operation of electric and gas switches in short-circuit conditions. Methods of calculating short-circuit currents are analyzed, and algorithms for determining the periodic component of the current of K.Z. are also given. and selection of appropriate switching equipment. Special attention is paid to the selection of switches and disconnectors taking into account voltage conditions, thermal and electrodynamic stability. The results of calculations are presented in tables and substitution diagrams.

**Keywords:** electric and gas switches, short-circuit current, selection of switches

**Вступ.** В сучасних електроенергетичних системах використання елегазових вимикачів відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки та надійності роботи мереж. Елегазові вимикачі використовуються для відключення струмів короткого замикання (К.З.), що виникають під час аварійних ситуацій. Основною метою цього дослідження є розрахунок струмів короткого замикання і вибір комутаційного обладнання для забезпечення стабільної роботи електромережі.

Комутаційні апарати вибираються за умов напруги та перевіряються на термічну та електродинамічну стійкість, а також за умовою відновлювальної напруги в процесі К.З. Отже метою розрахунку є визначення періодичної

---

<sup>6</sup>Науковий керівник – Колісник М.А. асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки



складової струму К.З. для найбільш важкого режиму роботи мережі. Врахування періодичної складової виконується наближено, при чому припускають, що вона має максимальне значення в фазі, яка розглядається. Для спрощення розрахунку струмів к.з. вводять такі припущення:

-приймається, що фази електрорушійних сил (Е.Р.С.) всіх генераторів не змінюються на протязі всього процесу К.З.;

-не враховується насичення магнітних систем, що дозволяє вважати постійними і незалежними від струму індуктивні опори всіх елементів короткозамкненого кола;

-не враховують струми намагнічення силових трансформаторів;

-вважають, що трифазна система є симетричною;

-вплив навантаження на струми к.з. враховують наближено;

-при обчисленнях струмів к.з. звичайно зневажають активним опором кола, якщо  $X_r$  більше трьох;

-не враховують, крім спеціальних випадків, ємності провідності елементів короткозамкненого кола на землю.

Розрахунок струмів при трифазному к.з. виконується по такому алгоритму:

Алгоритм розрахунку

Для визначення початкового надперехідного періодичного струму в місці КЗ складається однолінійна схема заміщення для надперехідного режиму.

Всі джерела, тобто генератори, крупні компенсатори, крупні синхронні й асинхронні двигуни, а також узагальнене навантаження вводиться в однолінійну схему заміщення своїми надперехідними параметрами «Е» і «Х»[3].



Рис 1 Однолінійну схему заміщення

У схему заміщення вводять всі інші елементи (трансформатори, лінії й ін.), через які місце КЗ пов'язано з джерелом, а також враховується навантаження, включене поблизу місця КЗ у виді узагальненого джерела зі своїми параметрами  $E_*'' = 0,85$  і  $X_* = 0,35$ .

При розрахунку у відносних одиницях опори всіх елементів приводяться до базисних умов:  $S_б = 50$  МВА;  $U_{cp} = 115$  кВ.

Розрахункова схема має вид:

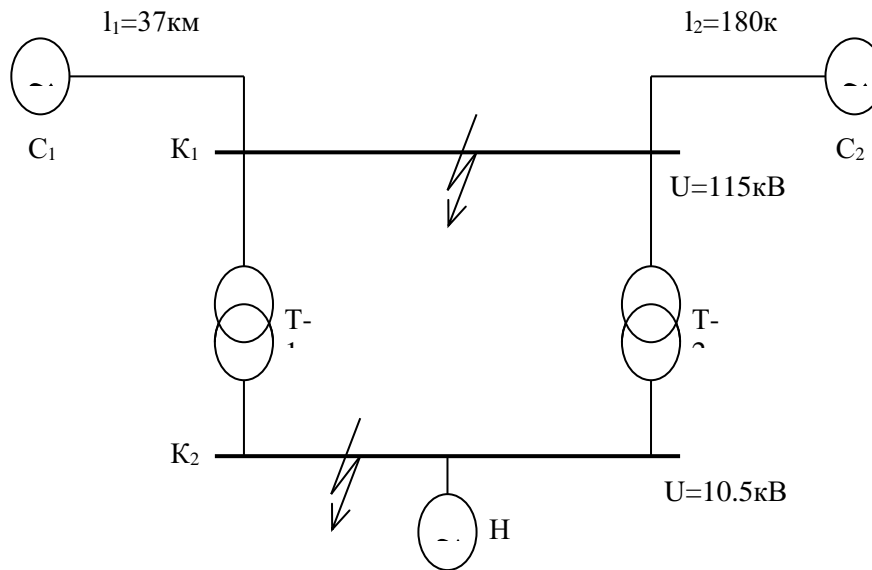


Рис 2 Розрахункова схема

Складаємо на основі розрахункової схему заміщення. Система, як було відзначено вище, вводиться в схему заміщення ЕРС ( $E'' = I$ ), опір же системи ( $X_{*c} = 0$ ) приймаємо рівним нулю.

Опір повітряної лінії визначаємо по формулі:

$$X_{*(\phi)} = \frac{X_{y\phi} \cdot l}{2} \cdot \frac{S_{\phi}}{V^2_{CP}}; \quad (1)$$

де  $X_{y\phi}$  - середній питомий індуктивний опір,  $X_{y\phi}$  для ПЛ-6-220 кВ складає 0,4 Ом/км[2];

$l$  - довжина лінії, км.

$$X_{*(\phi)} = \frac{0,404 \cdot 37}{1} \cdot \frac{50}{115^2} = 1,3 \cdot 10^{-2}; \quad (2)$$

$$X_{*(\phi)} = \frac{0,404 \cdot 180}{1} \cdot \frac{50}{115^2} = 6,4 \cdot 10^{-2}. \quad (3)$$

Опір трансформаторів визначається по формулі:

$$X_{T*(\phi)} = \frac{U_K \% \cdot S_{\phi}}{100 \cdot S_{НОМ.Т}}, \quad (4)$$

де  $U_K \% = X_T \%$  - відносний номінальний опір трансформатора, рівний напрузі КЗ трансформатора;

$S_{НОМ.Т}$  - номінальна потужність трансформатора;

$$X_{*3(\phi)} = X_{\phi} = \frac{10,5 \cdot 50}{100 \cdot 10} = 0,525. \quad (5)$$

Узагальнене навантаження враховується в схемі заміщення своїми параметрами:

$$E''_{*(\phi)(0)} = 0,85; X_* = 0,35 \cdot \frac{S_{\phi}}{S_{НОМ.НАГР}} = 0,35 \cdot \frac{10,5}{10} = 0,368. \quad (6)$$

Схема заміщення буде мати вид:

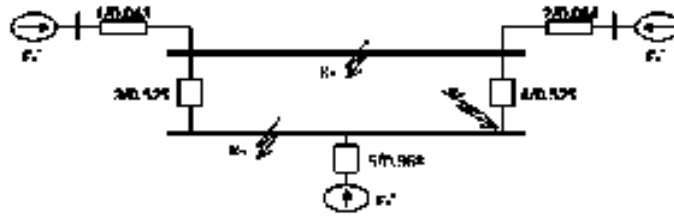


Рис 3 Схема заміщення

Роздивимося коротке замикання в точці  $K_1$  (лінії 110 кВ п/ст).  
Схема заміщення для розрахунку КЗ у точці  $K_1$  має вигляд:

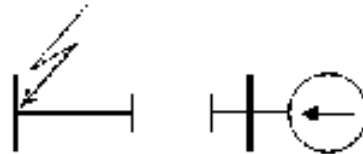


Рис. 4 Схема заміщення для розрахунку КЗ

Початкове значення періодичної складового струму короткого замикання визначається з виразу:

$$I_{п.о} = \frac{E''}{X_*} \cdot I_6 = \frac{1}{0,026} \cdot \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 115} = 9,65(\text{кА}), \quad (7)$$

де  $X_*$  - результуючий опір схеми

$I_6$  - базисний струм.

Періодична складового струму короткого замикання в точці  $K_1$ .

Якщо джерелом, пов'язаним із точкою КЗ є «система», те діюче значення періодичної складової струму від енергосистеми при трифазному КЗ для будь-якого моменту час можна вважати рівним  $I_{пт} = I_{по} = const$ :

$$I_{пт}(K_1) = 9,65 (\text{кА}). \quad (8)$$

Ударний струм при КЗ у точці  $K_1$  визначається для моменту часу  $t = 0,01$  с з виразу:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot I_{по} \cdot K_y (\text{кА}), \quad (9)$$

де  $I_{по}$  - початкове значення періодичної складової струму КЗ;

$K_y$  - ударний коефіцієнт, що залежить у свою чергу від постійної часу затухання аперіодичної складового струму КЗ -  $T_a$ ;

$$i_{y(K1)} = \sqrt{2} \cdot 9,69 \cdot 1,607 = 21,93 (\text{кА}). \quad (10)$$

Ударний коефіцієнт визначимо з виразу:

$$K_y = 1 + e^{-0,01/T_a} = 1 + e^{-0,01/0,02} = 1,607, \quad (11)$$

де  $T_a$  - постійна часу затухання для аперіодичної складової струму КЗ для системи, пов'язаної із шинами, на яких розглядається КЗ[4].

Вибір вимикачів проводиться по номінальній напрузі і струму, відключаючій здатності, термічної і динамічної стійкості, струмом КЗ.

При виборі вимикача по:

- номінальному струму необхідно дотримуватись такої умови:

$$I_{НОМ} \geq i_{yd}^{(3)} \text{ или } I_{\max} \geq I_{yd}^{(3)}, \quad (12)$$

де  $I_{НОМ}$  - номінальний струм вимикача;

$I_{Н.Р}$  - розрахунковий струм навантаження з урахуванням можливого навантаження того кола, у якому буде встановлений вимикач;

- відключаючої спроможності необхідно дотримуватись умові, відповідно якої:

$$\begin{aligned} I_{п.о}^{\max} &< I_{о.с}; \\ I_{п.т} &< I_{о.с}, \end{aligned} \quad (13)$$

де  $I_{о.с}$  - відключаюча спроможність вимикача, кА;

$I_{п.о}$  - найбільший періодичний струм КЗ;

$I_{п.т}$  - періодична складова струму КЗ у момент розбіжності контактів;

- термічну і динамічну стійкість із струмом КЗ перевіряють за умовами: динамічна:

$$i_{\max} \geq i_{yd}^{(3)} \text{ или } I_{\max} \geq I_{yd}^{(3)}, \quad (14)$$

де  $i_{yd}^{(3)}$ ,  $I_{yd}^{(3)}$  - амплітудне і діюче значення розрахункового значення трифазного КЗ, по якому виконується вибір обладнання;

$i_{\max}$ ,  $I_{\max}$  - амплітудне і діюче значення граничного наскрізного струму комутаційного апарата (у каталогах);

термічна:

$$I_t^2 \cdot t > I_{п.о}^2 \cdot \tau; \quad (15)$$

де  $I_t^2 \cdot t$  - кількість тепла, що може бути короткочасно виділене у вимикачах (допустиме), кА<sup>2</sup>·с;

$I_{п.о}^2 \cdot \tau$  - тепло, дійсно виділене за час К.

Найбільший струм ремонтного або післяаварійного режиму приймається за умовою відключення одного з паралельно працюючих трансформаторів і при цьому залишившийся може бути перевантажений до 1.4.

$$S_{НОМ.т} = 14 \text{ МВА}; \quad (16)$$

$$I_{\max} = 1,4 \cdot I_{НОМ.т} = \frac{1,4 \cdot 10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 1,4 \cdot 52,55 = 73,57 (\text{кА}). \quad (17)$$

Вибираємо вимикачі для ВРП-110 . Для вимикача параметри мережі приводимо в таблиці 1.

Таблиця 1

## Параметри мережі та вимикачів та умови їх вибору

Розрахункові дані	Вимикач ЛТВ-145DI/В	Умови вибору
$V_{уст} = 110 \text{ кВ}$	$V_{НОМ} = 110 \text{ кВ}$	$V_{уст} = V_H$
$I_{НОРМ} = \frac{S_{НОМ.Т}}{\sqrt{3} \cdot V_{НОМ}} = 52,55 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 2000 \text{ А}$	$I_{НОРМ} < I_{НОМ}$
$I_{max} = 73,57 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 2000 \text{ А}$	$I_{max} < I_{НОМ}$
$I_{П.т}^{(3)} = 9,65 \text{ кА}$	$I_{О.С} = 20 \text{ кА}$	$I_{П.т}^{(3)} < I_{О.С}$
$i_{a,\tau}^{(3)} = 1,12 \text{ кА}$	$i_{a.НОМ} = \sqrt{2} \cdot \beta_{НОМ} \cdot I_{О.С} = 8,4 \text{ кА}$	$i_{a,\tau}^{(3)} < i_{a.НОМ}$
$i_y^{(3)} = 21,93 \text{ кА}$	$i_{ПРЕД.СКВОЗН} = i_{max} = 52 \text{ кА}$	$i_y^{(3)} < i_{max}$
$B_k = I_{П.О} \cdot (t_{откл} + T_0) = 9,65 \cdot (0,08 + 0,02) = 9,31 \text{ кА} \cdot \text{с}$	$I_t^2 \cdot t = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$B_k < I_t^2 \cdot t$

Примітка: величина  $\beta_{НОМ} = 0,3$  для  $\tau = t_{ср.защ} + t_{с.в} = 0,01 + 0,04 = 0,05$  (с).

Вибираємо до вимикача (для ПЛ-110 і трансформаторів) ЛТВ-145DI/В привід типу ВЛК 222 [1].

Роз'єднувачі вибираються:

- по напрузі установки

$$V_{уст} = V_{НОМ}; \quad (18)$$

- по струму (струмам)

$$I_{НОРМ} \leq I_{НОМ}; \quad I_{max} \leq I_{НОМ}; \quad (19)$$

- по конструкції, роду установки;

- електродинамічній стійкості

$$i_y \leq i_{ПР.С}; \quad I_{П.О} \leq I_{П.Р.С}; \quad (20)$$

- термічній стійкості

$$B_k \leq I_t^2 \cdot t_\tau, \quad (21)$$

де  $B_k$  - тепловий імпульс по розрахунку;

$I_t$  - граничний струм термічної стійкості.

Дані вибору роз'єднувача і короткозамикача зведемо до таблиці 4.3

Таблиця 2

## Параметри вибору обладнання

Розрахункові дані схеми	Роз'єднувач РНД-110-630
$V_{уст} = 110 \text{ кВ}$	$V_{НОМ} = 110 \text{ кВ}$
$I_{НОРМ} = 52,55 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 630 \text{ А}$
$I_{max} = 73,57 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 630 \text{ А}$
$i_y^{(3)} = 21,93 \text{ кА}$	$I_{НОМ} = 80 \text{ кА}$
$B_k = 9,31 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_t^2 \cdot t_T = 22^2 \cdot 3 = 1452 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

**Висновки:** У результаті дослідження було визначено, що правильний вибір

елегазових вимикачів є ключовим для забезпечення надійної роботи електроенергетичних систем під час аварійних ситуацій. Проведені розрахунки струмів короткого замикання дозволили розробити алгоритми, які враховують всі необхідні фактори для вибору комутаційного обладнання. Отримані результати можуть бути використані для підвищення ефективності та надійності електромереж.

### Список використаної літератури

1. Енергоефективні технології : навчальний посібник / А. С. Мандрика та ін. за заг. ред. А. С. Мандрики. Суми: Сумський державний університет, 2021. 330 с. ISBN 978-966-657-884-9.
2. Закладний О. М. Енергозбереження засобами промислового електропривода : навчальний посібник О. М. Закладний, А. В. Праховник, О. І. Соловей. Київ : Кондор, 2005. 408 с.
3. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент : навчальний посібник / Ю. І. Бакалін. Харків : БУРУН і К, 2006. 320 с.
4. Енергетичний аудит : навчальний посібник / О. І. Соловей та ін. Черкаси : ЧДТУ, 2005. 299 с.

**Олександр МЕЛЬНИК<sup>7</sup>,**

Студент 4-го курсу,  
Інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## АНАЛІЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ SMART-HOME

***Анотація.** У статті розглядається розробка та впровадження системи автоматичного підтримання оптимальної температури в умовах смарт-будинку. Основна увага приділяється аналізу сучасних технологій управління кліматом, алгоритмам автоматизації, а також ефективності використання датчиків температури і систем штучного інтелекту для забезпечення комфортного проживання та економії енергії. Вивчено вплив автоматизованого контролю температури на зниження енергоспоживання, покращення мікроклімату в приміщеннях та інтеграцію з іншими елементами smart-home. Результати дослідження підтверджують, що впровадження таких систем дозволяє не тільки забезпечити стабільний комфорт, але й сприяє підвищенню енергоефективності житлових будівель.*

***Ключові слова:** датчики температури, штучний інтелект, система автоматизації*

---

<sup>7</sup>Науковий керівник: Штуць А.А. к.т.н., старший викладач кафедри електроенергетики електротехніки та електромеханіки.

**Annotation.** The article discusses the development and implementation of an automatic temperature control system for smart homes. The focus is on the analysis of modern climate control technologies, automation algorithms, and the effectiveness of using temperature sensors and artificial intelligence systems to ensure comfortable living and energy savings. The impact of automated temperature control on reducing energy consumption, improving indoor microclimate, and integrating with other smart-home components is studied. The research results confirm that the implementation of such systems not only ensures stable comfort but also contributes to enhancing the energy efficiency of residential buildings.

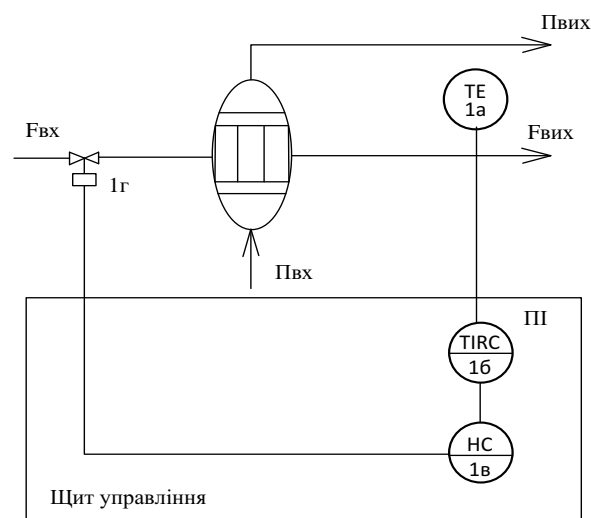
**Keywords:** temperature sensors, artificial intelligence, automation system

**Вступ.** Вимірювання, контроль і регулювання температури є однією з невід’ємних і важливих завдань в сучасному світі. Таке завдання стоїть і перед промисловістю, і перед сільським господарством, і в побуті і навіть в області високих технологій. У різних випадках завдання регулювання температури має свою індивідуальну мету і метод рішення.

Регулювання температури різних газоподібних, сипучих і рідких середовищ, в тому числі повітря та води є завданням і для будівельної галузі промисловості. Прикладом може служити регулювання температури в будинку, на підприємстві, в теплицях і т.д.

Автоматизація теплових процесів на підприємствах. Передача тепла в теплових процесах харчових підприємств відбувається за допомогою зміщення холодного і гарячого потоків повітря (газу), теплообміну через стінки. Як об’єкти регулювання теплові процеси характеризуються. Передача тепла в теплових процесах харчових виробництв проводиться за допомогою радіації, змішання холодного і теплого або гарячого потоків, а також теплообміну через стінки.

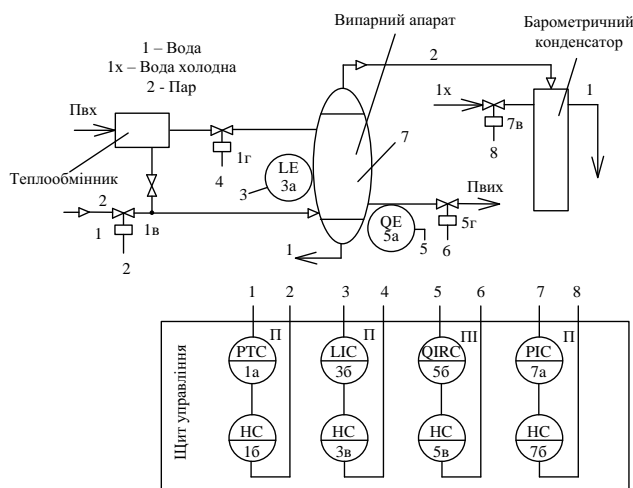
На рис. 1. приведена схема автоматичної системи регулювання температури в теплообміннику.



**Рис. 1.** Автоматична система регулювання температури в теплообміннику

Сигнал від датчика 1а температури продукту ( $P_{\text{вих}}$ ) на виході з теплообмінника надходить на прилад з ПІ законом регулювання 1б. Регулювальний вплив передається через панель дистанційного керування 1в на регулюючий клапан 1г, який змінює подачу теплоносія  $F_{\text{вх}}$  в теплообмінник.

Автоматичне регулювання концентрації готового розчину забезпечується шляхом зміни часу перебування розчину в випарній апараті. Сигнал від датчика концентрації 5а надходить на регулюючий прилад 5б з ПІ законом регулювання, який через панель дистанційного керування 5в змінює регулюючим клапаном 5г витрату цього розчину з випарного апарату, змінюючи тим самим час його перебування в апараті до забезпечення необхідної концентрації.



**Рис. 2. Схема однокорпусного випарного апарату**

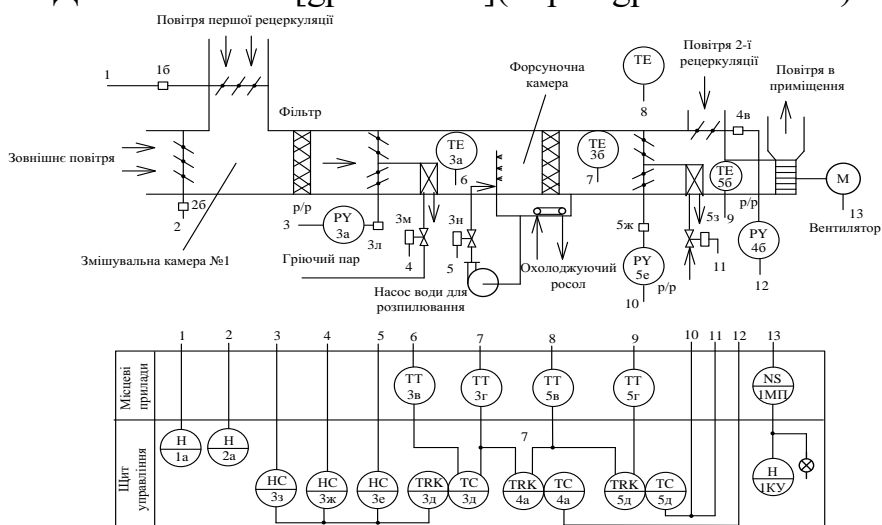
Охолодження барометричного конденсатора з метою забезпечення необхідного розрідження в випарному апараті здійснюється холодною водою, подача якої регулюється статичним регулятором 7а залежно від вимірюваної величини розрідження. При необхідності підтримки розрідження без залишкового відхилення може бути застосований ПІ закон регулювання.

Автоматизація процесу кондиціонування повітря (охолодження, нагрівання)

Кондиціонери серії КН широко використовуються на підприємствах харчової промисловості для забезпечення оптимальних умов роботи людей, техніки, а також для проведення технологічних процесів і зберігання продукції. Зовнішнє повітря всмоктується через патрубок, змішується з рециркуляційним повітрям, очищується, підігрівається калорифером і зволожується чи охолоджується в форсуючій камері. Після проходження фільтра та другого калорифера повітря досягає потрібних параметрів і подається в приміщення за допомогою вентилятора.



Детальніше на [gptonline.ai](https://gptonline.ai/ru/)



**Рис. 3. Схема системи кондиціонування повітря**

Для ефективного кондиціонування необхідно підтримувати вологість і стабілізувати температуру повітря. Вологість регулюється шляхом розбризкування води в форсуючій камері. Взимку низька вологість може перешкоджати досягненню необхідного рівня, а підвищена температура спричиняє перезволоження. Влітку відхилення температури ускладнюють контроль температури в приміщенні через рециркуляцію. Основні вимоги до автоматизації включають стабілізацію температури після фільтра та в приміщенні з урахуванням температури у другій камері змішування.

Детальніше на система кондиціонування повітря, до складу якої входять кондиціонер і приміщення, як об'єкт автоматизації має ряд властивостей, що ускладнюють завдання побудови автоматичних систем регулювання: розподіленість параметрів приміщення і кондиціонера, значні постійна часу і чисте запізнювання приміщення по каналах регулювання температури, обумовлені великими розмірами приміщення; взаємопов'язаність більшості параметрів кондиціонера, в результаті чого зміни однієї з вхідних величин викликають зміни відразу декількох проміжних і вихідних параметрів; значні сезонні зміни параметрів зовнішнього повітря, що вимагають різних способів введення регулюючих впливів: взимку зовнішнє повітря необхідно нагрівати і зволожувати, влітку - охолоджувати і осушувати.

Для регулювання процесу кондиціонування в приміщенні необхідно змінювати схему автоматичного регулювання залежно від сезону. Влітку підтримка вологості здійснюється охолодженням повітря шляхом розбризкування холодної води, а взимку за допомогою калориферів. Автоматичне регулювання температури після фільтра контролює вологість, а додаткові контури забезпечують точність підтримки параметрів. Застосовується багатоконтурна система регулювання з контролем проміжних величин, щоб досягти стабільної температури та вологості в приміщенні.

Автоматичний контроль параметрів процесу кондиціонування та дистанційне керування виконавчими механізмами здійснюються за допомогою приладів, застосованих в автоматичних системах: приладів ПВ10.1Э, панелей дистанційного керування 3е, 3ж і 3з типу МБПДУ-А призначених для відключення виконавчих механізмів при переході від одного сезонного режиму роботи до іншого.

Управління мембранними виконавчими механізмами 1б і 2б, що являють собою секційні заслінки на патрубках 1-ї рециркуляції і надходження зовнішнього повітря, здійснюється за допомогою панелей дистанційного керування ПДУ-А 1а і 2а.

Робота вентилятора сигналізується сигнальною лампою 1л за допомогою блокувальних контактів магнітного пускача електродвигуна приводу вентилятора.

Цифровий датчик температури DS18B20. Даний датчик використовує виключно 1-Wire протокол - при цьому формується з'єднання, яке здійснює комунікацію на шині, використовуючи всього один керуючий сигнал. Шина повинна бути підключена до джерела живлення через підтягуючий резистор. В таблиці 1 приведені технічні характеристики датчика температури DS18B20.

**Таблиця 1**

**Технічні характеристики DS18B20**

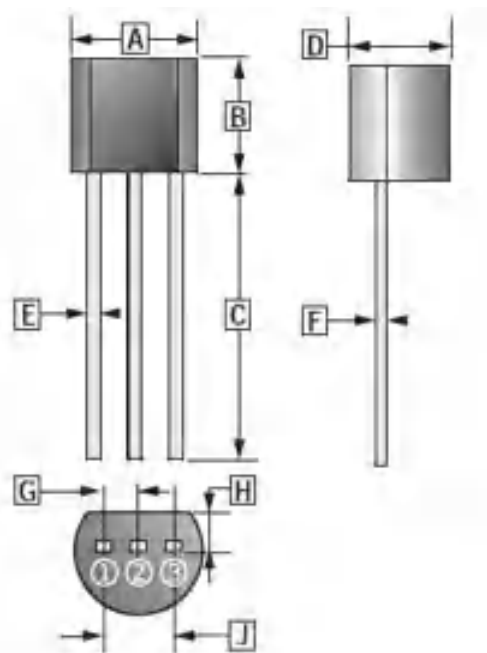
Параметр	Значення
ІС Тип виходу	Цифровий
Точність Діапазон	± 0.5°C
Діапазон температури	-55°C to +125°C
Струм живлення	1mA
Діапазон напруги живлення	3В до 5.5В
Тип корпусу	ТО-92
Вихідний струм	4 mA
Відносна вологість експлуатації	55%
Вага	10г

DS1820, DS18S20, DS18B20 - популярні цифрові термодатчики фірми DALLAS-MAXIM з однопровідним інтерфейсом 1-Wire. У зв'язку з неоднозначністю маркування і великою кількістю схем на даних цифрових Термодатчиком, що з'явилися в радіоаматорського літературі, вважаємо за необхідне дати деякі пояснення.

Мікросхема DS1820 знята з виробництва та для її заміни рекомендується мікросхема DS18S20. Однак, слід звернути увагу на те, що мікросхеми

DS18S20 в корпусі ТО-92 маркуються написом "DS1820" (без літери S). Нова мікросхема DS18S20 програмно сумісна зі старою DS1820 і, по завіренню виробника, в більшості випадків може бути безпосередньою заміною старої DS1820. Можливо, маркуванням без букви S виробник хотів вказати на цю сумісність. Програмна сумісність нової DS18S20 зі старою DS1820 гарантовано забезпечується якщо в програмі застосований алгоритм з data sheet. На рисунку

2 зображена схема датчика температури.



*Рис. 4. Схема датчика температури DS18B20*

Як видно з таблиці нова мікросхема DS18S20 виконана в стандартному корпусі TO-92, а стара DS1820 мала подовжений корпус. За цією ознакою Ви також можете переконатися, що продавці Вам не "втють" застарілу мікросхему.

Мікросхема ж DS18B20 завжди має відповідне маркування "DS18B20" і не може бути замінена на DS1820/DS18S20 і назад без зміни програмного коду.

Розробка структурної схеми системи підтримання температури

Згідно з завданням схема повинна містити такі блоки:

1. Стабілізатор напруги (необхідний для перетворення напруги в 5В);
2. Мікроконтролер (служить для управління всіма блоками даної схеми);
3. Датчики температури;
4. Кварцовий резонатор;
5. Джерело живлення;
6. Рідкокристалічний індикатор (призначений для відображення вимірюваних даних);
7. Панель керування (після натискання якої або кнопки ми можемо вимірювати температуру або переглянути вже виміряну);
8. Реле (виробляє загальний сигнал скидання);

Розглянемо роботу кожного з блоків:

1. Стабілізатор напруги - Для безперебійної і довго й роботи електричних споживачів дуже важливим є якісне електроживлення, яке можуть забезпечити стабілізатори напруги. Вони вирівнюють коливання напруги в мережі, які трапляються регулярно, незважаючи на всі спроби протистояти цьому.

Стабілізатор напруги - це прилад, який прагне вирівняти напруга, максимально близькому до першоджерела. Коли людині необхідно купити

стабілізатор, він може вибрати, в залежності від того, що йому потрібно. Компанія «Полісвіт» пропонує наступні стабілізатори: стабілізатор напруги побутової, стабілізатор мережевої напруги, стабілізатор змінної напруги. Також можна купити стабілізатор напруги однофазний або стабілізатор напруги трифазний.

Стабілізатори напруги діляться на постійного та змінного струму. Постійного струму бувають імпульсні та лінійні, відрізняючись нерівномірністю подачі напруги. Стабілізатори змінного струму поділяються на релейні, сервопривідні та електронні, де останні найбільш точні й швидкі. Часто стабілізатори недооцінюють, особливо в містах, однак їх застосування важливе для захисту техніки від перепадів напруги. Стабілізатори вирівнюють напругу й відключають живлення при перевищенні порогів, що важливо через збільшене навантаження на старі мережі.

Цифровий датчик температури перетворює температуру в цифровий код, подаючи сигнал на блок керування без додаткових перетворювачів. Принцип дії заснований на підрахунку імпульсів, вироблених генератором з низьким температурним коефіцієнтом у заданому інтервалі. Лічильник ініціалізується значенням  $-55^{\circ}\text{C}$ , і при досягненні нуля інкрементується. Схема компенсує параболічну залежність частот від температури.

Кварцовий резонатор використовує п'єзоелектричний ефект і механічний резонанс для створення високочастотного резонансного елемента електронної схеми. Кристал кварцу має електроди і власну резонансну частоту.

При подачі напруги на електроди завдяки п'єзоелектричного ефекту відбувається вигинання, стиснення або зсув залежно від того, яким чином вирізаний шматок кристала.

Однак коливається платівка в результаті того ж п'єзоелектричного ефекту створює в зовнішньому ланцюзі проти-ЕРС, що можна розглядати як явище, еквівалентну роботі котушки індуктивності в коливальному контурі.

Якщо частота напруги, що подається рівна або близька до частоти власних механічних коливань пластинки, витрати енергії на підтримку коливань пластинки виявляються набагато нижче, ніж при великому відміні частоти. Це теж відповідає поведінці коливального контуру.

4. Блок керування реалізований як мікропроцесорний пристрій. В даній схемі МП виконує обробку інформації, що надходить від датчика температури у вигляді цифрового коду (формує адреси команд, видає команди з пам'яті, дешифрує їх, виконує над ними операції – передбачені команди, при необхідності записує результат в пам'ять, формує керуючі сигнали для обміну) із врахуванням зовнішнього сигналу від клавіатури. Дії МП керуються даними, що зберігаються в ПЗП.

5. Блок індикації призначений для візуального відображення результатів обробки інформації блоком керування.

6. Реле - електричне або електронний пристрій (ключ), призначене для замикання і розмикання різних ділянок електричних ланцюгів при заданих змінах електричних або неелектричних вхідних впливів.

Це, наприклад, пристрої, чутливі до температури (теплові реле), освітленості (фотореле), рівню звукового тиску (акустичні реле) та ін. Також, часто реле називають різні таймери, наприклад, таймер покажчика повороту автомобіля, таймери включення / виключення різних приладів і пристроїв, наприклад, побутових приладів (реле часу). На рисунку 3 зображена структурна схема системи підтримання температури.

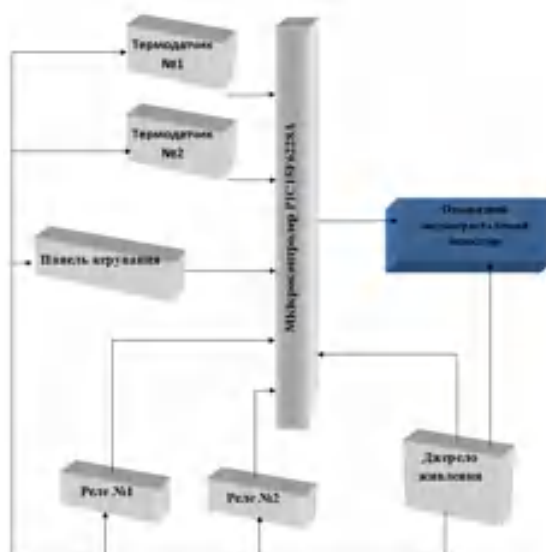


Рис. 5. Структурна схема системи підтримання температури.

7. Вторинне джерело живлення забезпечує цифровий датчик, блок керування та ПЗП, клавіатуру, а також блок індикації необхідним рівнем напруги.

8. Панель керування служить для корегування роботи блока керування. Використовуючи набір кнопок, користувач формує інформативні сигнали, на які реагує М

**Висновки.** В роботі розроблено систему підтримання температури для розумного будинку на базі МК PIC16F628A. Аналіз систем показав, що данні системи для підтримання температури, вологості та інших параметрів є складними системами із застосуванням великої кількості допоміжних пристроїв та методів вимірювання необхідних величин, для подальшого регулювання процесу виробництва.

Вибрана елементна база для системи на МК PIC16F628A. В яку входить панель керування, рідкокристалічний індикатор WH1602A, два термодатчика типу DS18B20, кварцовий резонатор КХ-3НТ, два реле типу Tianbo.

### Список використаної літератури

1. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. Київ, 2001 р.

2. Теплові насоси [електронний ресурс]. Режим посилання:

<https://www.referat911.ru/Teplotehnika/teplovye-nasosy/219939-2425916-place1.html>.

3. Обґрунтування основних параметрів теплового насоса, що використовує шахтну воду, що відкачується на поверхню [електронний ресурс]. Режим посилання: <http://masters.donntu.org/2012/fimm/demyanenko/diss/indexu.htm>.

4. Тепловий насос СН-НР60MFNM (опалення/ГВП) 15/60кВт[електронний ресурс]. Режим посилання: <https://prom.ua/ua/p536463638-teplovoj-nasos-vozduh.html>.

5. Як вибрати тепловий насос [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://akvilonpro.ua/ua/ingenernie-proektu/teplovie-nasosi/vozdushnyij-teplovoj-nasos-dlya-doma-do-150-m2.html>.

6. Київтеплоенерго [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://kte.kmda.gov.ua/tarufu/>.

7. Система чиллер-фанкойл (централизованная система кондиционирования [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://bt-service.ua/sistemy-chiller-fankojl/>

8. Енергоефективність будинку: як її підвищити і що для цього потрібно [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://eenergy.com.ua/korysni-porady/energoefektyvnist-budynku-yak-yipidvyshhyty/>.

9. Чиллер з виносним конденсатором 52.3 кВт [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://kiev.prom.ua/ua/p995140731-chiller-vynosnym-kondensatorom.html>.

**Микола НЕЗБУТНІЙ<sup>8</sup>**,  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **СУЧАСНІ МЕТОДИ ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНИХ БІТУМНИХ СКЛАДІВ**

***Анотація.** У статті розглядаються сучасні методи тимчасового протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки під час зберігання, зокрема консерваційні матеріали першого та другого поколінь. Проаналізовано їх ефективність, недоліки та перспективи використання модифікованих бітумних складів для захисту металевих поверхонь від корозії.*

***Ключові слова:** сільськогосподарська техніка, корозія, консерваційні матеріали, бітумні склади, протикорозійний захист, зберігання техніки.*

***Annotation.** The article discusses modern methods of temporary anti-corrosion protection of agricultural machinery during storage, in particular conservation*

---

<sup>8</sup>Науковий керівник – Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

*materials of the first and second generations. Their efficiency, shortcomings and prospects of using modified bituminous compounds for protection of metal surfaces from corrosion are analyzed.*

**Key words:** *agricultural machinery, corrosion, conservation materials, bituminous compositions, anti-corrosion protection, storage of machinery.*

**Вступ.** В сучасних умовах ефективно зберігання сільськогосподарської техніки має велике значення для забезпечення безперебійного функціонування агропромислових підприємств [1,2]. Однак, в умовах впливу агресивного зовнішнього середовища, такого як атмосферні опади, вологість повітря, температурні перепади, сонячна радіація та рослинно-грунтові забруднення, технічні засоби сільського господарства стають уразливими перед корозією та механічними пошкодженнями.

З метою забезпечення максимального терміну експлуатації та зниження витрат на технічне обслуговування, важливим завданням є розробка технологічного процесу консервування сільськогосподарської техніки під час зберігання. Це передбачає використання спеціальних захисних матеріалів та обробних процесів, спрямованих на попередження корозії, зносу та механічних ушкоджень в період неактивної експлуатації.

Під час експлуатації зернозбиральних комбайнів, посівної і ґрунтообробної техніки, захисні покриття деталей стираються при контакті з ґрунтом і рослинною масою [1,2]. Оскільки більшість машинно-тракторного парку витрачає значну частину часу на польові роботи, їх доводиться тривалий період зберігати під впливом атмосферних опадів, вологості повітря, перепадів температур, сонячної радіації, рослинно-ґрунтових забруднень.

Це спричиняє інтенсивну корозію металевих поверхонь та руйнування лакофарбових покриттів, які втрачають захисні властивості [1,2]. Процес корозії зачіпає як вітчизняні, так і імпортовані машини, оскільки їхні робочі елементи виготовлені з низьколегованих і вуглецевих сталей. До 30% відмов багатьох видів техніки приписуються корозії і зниженню втомної міцності пошкоджених корозією деталей.

Зважаючи на повільне оновлення складу машинно-тракторного парку, значна частка машин продовжує експлуатуватися після закінчення амортизаційного терміну служби, маючи низький залишковий ресурс і ремонтпридатність [1-4]. Відповідно, середні витрати на технічне обслуговування та ремонт становлять 12-15% у витратній структурі продукції, в той час як у зарубіжній практиці цей показник не перевищує 4-6%.

Захист робочих органів машин від корозії шляхом нанесення консерваційних покриттів перед зберіганням сприяє зниженню зазначених витрат. Проте, вартість захисних матеріалів і обладнання є однією з основних статей витрат на консервацію техніки.

Досвід свідчить, що економія коштів на протикорозійному захисті техніки призводить до значно більших збитків від зниження надійності агрегатів, їх

передчасного ремонту та заміни пошкоджених деталей, порушених корозією.

Недостатня якість захисту техніки пояснюється відсутністю ефективних і доступних консерваційних матеріалів [1-4]. Використовувані для консервації машин відпрацьовані масла і бензино-бітумні суміші, які мають низький термін захисної дії. Вони не містять інгібіторів, які пригнічують електрохімічну корозію металу, і компонентів, що підвищують атмосферостійкість консерваційних покриттів.

Існуючі технічні засоби для приготування консерваційних складів і для їх нанесення не відповідають потребам підготовки сільськогосподарської техніки до зберігання і не використовуються.

**Виклад основного матеріалу.** Класифікація засобів для тимчасового захисту сільськогосподарських машин від корозії розподіляється на дві категорії [2]. Перша категорія включає в себе консерваційні матеріали, що виробляються на промислових підприємствах та придатні для захисту аграрної техніки: консерваційні мастила, масла, плівкоутворювальні склади на основі нафти, захисні водно-воскові дисперсії, маслорозчинні інгібітори корозії та добавки. Друга категорія включає в себе вторинні продукти промисловості та сільського господарства, що мають антикорозійні властивості: відходи та залишки нафтохімії, використані мінеральні та синтетичні масла, відпрацьовані рослинні масла, а також консерваційні склади власного виготовлення.

Засоби тимчасового протикорозійного захисту машин поділяються на три рівні за їх призначенням: для захисту зовнішніх поверхонь машин, для захисту внутрішніх деталей двигунів, трансмісій та коробок передач, і для захисту відкритих передач і механізмів. На рисунку 1.1 зображено основні представники консерваційних матеріалів для кожного рівня захисту для двох поколінь [2].

Матеріали першого покоління для захисту зовнішніх поверхонь машин, переважно, включали консерванти власного виготовлення. Сюди входили бензино-бітумні склади та відпрацьовані масла, які були загущені гарматним мастилом ПВК [2-4]. У другому поколінні з'явилися та надавалися сільськогосподарським підприємствам промислові матеріали, такі як захисний віск (не інгібований), ІВВС (інгібований), бітумний склад Інгібі-С. Деякі з цих матеріалів залишаються актуальними і виробляються й донині (наприклад, ПВК, Кормін та інші), але частина їх була виведена з виробництва (наприклад, НГ-204У, ЗВВД-13 та інші) через низьку прибутковість для нафтопереробних підприємств порівняно з виробництвом палива і робочих масел .

Потреби промислових підприємств у дрібно-оптових поставках мастильних матеріалів, інгібіторів корозії, компонентів для виробництва лакофарбових матеріалів, а також протизношувальних добавок до мастил задовольняються внутрішніми виробниками [3-6].





*Рис. 1. Засоби тимчасового протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки*

З метою розширення джерел сировини для отримання консерваційних матеріалів і зниження їх вартості, в Європі та світі проводяться дослідження щодо використання відходів виробництва рослинних олій для захисту машин та механізмів від корозії. За результатами цих досліджень було виявлено, що рослинні масла, зокрема відстої соняшникової та ріпакової олій, мають високі захисні властивості [3-5]. Термін захисту техніки відстоями рослинних масел може досягати 12 місяців у відкритих майданчиках.

Проте використання рослинних масел у консервації сільськогосподарської техніки обмежене, оскільки обсяги їхнього використання є незначними, і вони можуть застосовуватися локально [3-5]. У багатьох господарствах відсутні відходи рослинних масел, однак значно більша кількість відпрацьованих автотракторних масел, на основі яких можна виготовляти малокомпонентні консерваційні мастила та композиції з різним терміном захисної дії. Також для консервації на відкритих майданчиках робочих органів ґрунтообробної техніки, відкритих сполучених деталей та регулювальних гвинтів використовуються маслорозчинні присадки, кубові залишки і відходи нафтохімії. Таким чином, частково вирішується проблема забезпечення сільськогосподарських підприємств необхідними консерваційними матеріалами [3].

Однак, через те, що загущені мастила не висихають, вони можуть забруднювати урожай і одяг механізаторів, що обмежує їхнє застосування в сільському господарстві [3]. Тому фахівці господарств використовують традиційні бензино-бітумні склади, які, хоча менш ефективні за промислові автомастики, але значно дешевші. Для приготування бензино-бітумних складів використовують нафтовий будівельний бітум марки бн-iv і бн-v, змішаний з неетильованим бензином у співвідношенні від 1:1 до 1:3.

З метою покращення фізико-механічних і захисних властивостей бітумних покриттів, до їх складу додають відпрацьоване масло. Після дворазового щоденного перемішування, склад стає готовим протягом 7 днів і перед використанням проціджується через металеву сітку №15 [3]. Бензино-бітумні

покриття застосовують для захисту зовнішніх поверхонь робочих органів ґрунтообробних і збиральних машин, таких як відвали, диски, жатки тощо.

Тривалість захисної дії бензино-бітумних покриттів на відкритих майданчиках становить не більше 6 місяців, проте їх ефективність значно залежить від стану поверхні. Якщо вихідна поверхня сталі вже має ознаки корозії, то швидкість корозії може зрости в 8-10 разів [2,3]. Зниження захисної ефективності бензино-бітумних складів при нанесенні на іржаву поверхню пояснюється їхньою слабкою адгезійною здатністю. Іржа, а також проникаюча через бітумне покриття волога і повітря, можуть сприяти зростанню корозійного ураження сталі, особливо в перші 2 місяці.

У найближчому майбутньому очікується відсутність поліпшення у забезпеченні сільськогосподарських підприємств якісними захисними матеріалами, тому пошуки можливих модифікацій бітумних складів є перспективними з наукової і технічної точок зору.

Модифікація бітумів полімерами призводить до підвищення їхньої атмосферостійкості. Особливо перспективним є використання ізоатактичного поліпропілену в кількості до 2% [2,3]. Додавання смол і масел до бітумних складів збагачує масляну фазу бітумів, що призводить до зниження температури крихкості, підвищення тріщиностійкості та атмосферостійкості.

Підвищення вмісту олійної частини у бітумах сприяє більш повному і легкому поєднанню їх з модифікаторами. Оптимальний вміст пластифікуючих добавок залежить від їхнього характеру і зазвичай коливається від 5 до 10%, а подальше збільшення лише зменшує в'язкість суміші. Перед модифікацією бітуми зазвичай розчиняють у органічних рідинах [2,3]. Для цього в якості розчинників можуть використовуватися дизельне паливо, бензин, гас, уайт-спірит. Гарячий спосіб розчинення передбачає розплавлення бітуму до 100-120 °C і його змішування з розчинником у співвідношенні близько 1:1.

Одним з ефективних методів підвищення захисних властивостей і терміну служби покриттів на основі бітумів є введення до їх складу інгібіторів корозії. Оптимальний вміст більшості інгібіторів (таких як нафтові сульфати, нітровані масла, окислені нафтопродукти, аміни і їх солі з жирними синтетичними кислотами) у бітумних мастиках зазвичай становить 3-5% [3]. Збільшення кількості інгібітора призводить до зменшення перебігу корозії, підвищення опору покриття, але може також призвести до підвищення вартості і втрати адгезійних властивостей композиції.

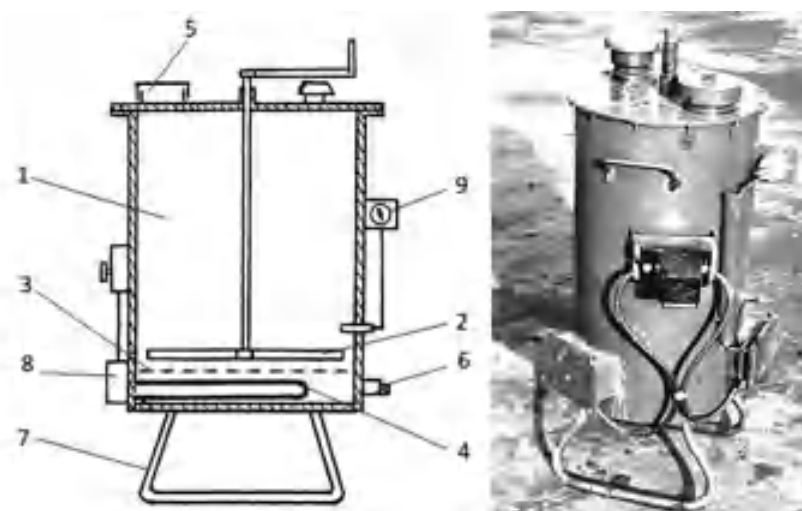
Інгібітори корозії, будучи поверхнево-активними речовинами, заповнюють пори в плівці і згущують покриття, що призводить до зниження водопоглинання і водопроникності плівок. Наприклад, якщо у незахищених складів протягом 48 місяців опір знижується в 250 разів, то при введенні інгібітора акор-1 опір покриття за той же період часу знижується тільки в 6 разів.

Найбільш поширеними інгібіторами корозії в полімер бітумних композиціях є сполуки, які містять аміногрупи і їх похідні. Застосування амінів дозволяє наносити композицію навіть на іржаву поверхню з утворенням антикорозійних атмосферостійких покриттів широкого спектра дії [3,4].

Складові для виробництва консерваційних матеріалів можуть бути різні: тверді або пластичні речовини, такі як бітум, бітумно-каучукові або бітумно-атактичні суміші, які зазвичай упаковані в бухти або коробки, а також присадки, які зазвичай мають форму картонних навивних барабанів [3,4].

Для отримання гомогенного продукту компоненти бітумного складу необхідно нагрівати для розрідження та ретельно перемішувати. У промислових установках це здійснюється за допомогою мішалок, які отримують обертальний рух від електродвигуна через редуктор або інші передачі.

Для виготовлення консерваційних складів на сільгосп підприємствах розроблені установки, оснащені ручними мішалками, такими як лопатеві або листові. Зазвичай в цих установках готують загущені консерваційні мастила, нагріваючи і змішуючи відпрацьовані масла з антикорозійними присадками.



*Рис. 2. Установа для приготування бітумних складів*

Установа для приготування бітумних сумішей складається з циліндричного бака об'ємом 50 л, всередині якого розміщені мішалка та нагрівальний елемент потужністю 2 квт, а дизельне паливо використовується як розчинник.

У верхній частині бака є плита з завантажувальним вікном, обладнана кришкою номер 5, а в нижній частині розташовані зливний кран номер 6 і опора номер 7 [4]. Температура у складі підтримується на рівні 110-115 °с за допомогою терморегулятора номер 8 і контролюється за допомогою манометричного термометру номер 9.

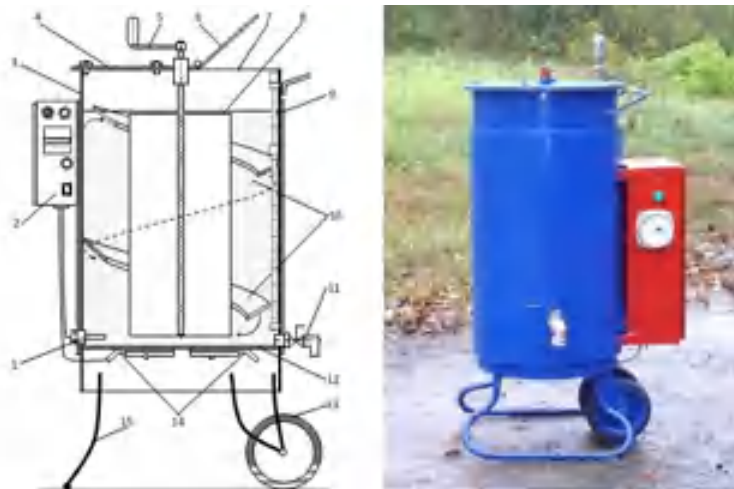
Для ручного використання, бітум рубають на шматки розміром не більше 40-50 мм з колоди. Потім, вагують 20-22 кг бітуму і завантажують його в бак номер 1, додаючи 20-22 літри дизельного палива (оптимальне відношення маси бітуму до маси дизельного палива - 1:0,85) [4,5].

Після цього вмикають нагрівальний елемент номер 2 і, періодично помішуючи мішалкою номер 4, готують склад протягом 2-2,5 годин. Готовий склад видається у нагрітому вигляді через зливний кран номер 6 у напірний бак фарборозпилювача. Наноситься на робочі органи сільськогосподарських машин,

підігрітих до 40 °С [4,5]. Плівка бітумного складу товщиною 0,12-0,15 мм захищає техніку протягом 8-9 місяців зберігання. Бітумний склад на дизельному паливі може зберігатися тривалий час, а також розбавляється бензином або гасом.

Однак основними недоліками цієї установки є підвищена вогнестійкість через прямий контакт оболонки тен з дизельним паливом, вигорання бітуму на оболонці ТЕН, його закоксовування, перегрів і руйнування оболонки або спіралі.

Установка опу-80 для приготування загущених мастил складається з теплоізольованого резервуара об'ємом 80 літрів, з трьома нагрівальними елементами тен загальною потужністю 3 квт (220 в), пристроєм перемішування, зливним краном, та пультом управління [4,5]. Система змішування включає нерухомий шнек на стінці резервуара і ручний змішувач. Нагрівальні елементи розміщені під дном резервуара, не контактують з загущеним мастилом, що запобігає їх закоксовуванню та поліпшує умови обслуговування. Управління нагрівом здійснюється автоматично через вимірювач-регулятор з вхідним датчиком.



*Рис. 3. Установка для приготовления загущенных масел*

Коли резервуар установки заповнений відпрацьованим маслом та шматками інгібованої присадки емульгіну, починають перемішування компонентів після нагрівання до 90 °с, після чого шматки емульгіну розплавляються. Під час обертання шнекової мішалки рідкі компоненти потрапляють у обертальний рух і відкидаються до стінки резервуара [].

Компоненти, що взаємодіють зі шнеком, обертаються і одночасно переміщуються в осьовому напрямку на новий рівень глибини резервуара. Процеси входу та виходу компонентів під шнек протікають одночасно, але на різних глибинах резервуара [4-6]. Це призводить до посилення інтенсивності циркуляції компонентів та забезпечує однорідність складу мастила при низьких обертах мішалки.

Установка призначена для невеликого щорічного обсягу виробництва загущеного мастила, який становить 220-300 літрів. Вона характеризується низькою енергоємністю приготування мастила (0,04-0,06 квт·год./л) і має продуктивність 50 літрів на годину [4-6].

Присутність ручної мішалки установки та переважне змішування компонентів у рідкому стані обмежують її ефективність у виробництві невеликих обсягів бітумних складів з річним обсягом 1000-2000 літрів.

Для перемішування в'язких компонентів бітумних складів можна використовувати апарати з різними типами мішалок. Проте слід зауважити, що в'язкі середовища практично не можуть переміщуватися без додаткового зовнішнього впливу [5]. Для їх перемішування потрібно здійснювати примусове переміщення окремих шарів матеріалу всередині апарата, що вимагає значних зусиль.

З усіх відомих типів мішалок лише якірні та рамні, з лопатями, що майже прилягають до стінок апаратів, і з посиленими горизонтальними елементами, можуть переміщувати всю масу, що знаходиться в апараті [5]. Лопатеві, пропелерні і частково турбінні мішалки можуть рухати лише ту частину маси, що знаходиться безпосередньо біля них, тоді як основна частина маси залишається нерухомою і лише поступово починає слабо переміщуватися. Якірні та рамні мішалки, призначені для перемішування в'язких середовищ, оснащуються потужними двигунами і редукторами через їх конструкційну складність і потребу в сильному приводі.

З точки зору простоти конструкції і забезпечення більш м'якого і рівномірного нагріву реакційної маси, краще використовувати зовнішні теплообмінні сорочки. Частота обертання якірних та рамних мішалок зазвичай становить 20-80 обертів на хвилину [5]. Форма цих мішалок повторює профіль днищ апарату, і вони зазвичай встановлюються в вертикальних циліндричних апаратах з приводом, розміщеним на кришці апарату. Таке конструктивне виконання приводу дозволяє уникнути витоків рідини через сальник валу, але збільшує габарити апарату і погіршує його технологічне обслуговування при завантаженні компонентів.

Технологічно зручне технічне рішення реалізовано в конструкціях фарбомішалок і реакторів-змішувачів. Усередині бака знаходиться рамна мішалка, що прикріплена до приводного валу, введеного в бак знизу через днище всередині вертикальної труби. Нижній кінець труби герметично з'єднаний з днищем бака, а верхній піднятий над рівнем маси в баку, що уникне її потрапляння в сальники і підшипники вала.

Таке технічне рішення з нижнім приводом валу мішалки надає можливість створити компактне обладнання для нагріву і змішування компонентів під час приготування бітумних складів, які містять модифікатори, інгібітори корозії та пластифікатори [5,6].

Використання цього рішення дозволяє зберегти простоту конструкції, зменшити габарити обладнання і полегшити процес обслуговування. Компактне обладнання з нижнім приводом валу мішалки може бути ефективним рішенням для виробництва бітумних складів з різними модифікаціями та покращеними характеристиками [5,6].

**Висновки.** Ефективне зберігання сільськогосподарської техніки є важливим фактором для продовження терміну її експлуатації та зниження витрат

на технічне обслуговування. В умовах впливу агресивних факторів довкілля, таких як атмосферні опади, вологість, температурні перепади та забруднення ґрунту, захист машин від корозії та механічних пошкоджень стає критично важливим.

Використання сучасних технологій консервації, таких як промислові консерваційні мастила та матеріали, дозволяє мінімізувати негативний вплив зовнішніх чинників. Однак існує необхідність у вдосконаленні методів консервування техніки, особливо з огляду на обмеженість доступу до ефективних і економічно вигідних матеріалів.

Важливо розробляти і впроваджувати нові технології, що ґрунтуються на вторинних продуктах промисловості, таких як рослинні масла та відпрацьовані нафтопродукти, що дозволить знизити витрати на захист техніки без зниження якості консервації.

### Список використаної літератури

1. Корозія металів. Захист від корозії. веб-сайт. URL: [https://elearning.sumdu.edu.ua/free\\_content/lectured:c025ee0d1cacd40c9b6db4f8ec2bad8c5184bb2c/latest/472197/index.html](https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:c025ee0d1cacd40c9b6db4f8ec2bad8c5184bb2c/latest/472197/index.html) (дата звернення 28.09.2024)
2. Економічне значення корозії. веб-сайт. URL <https://snpk.in.ua/ekonomichne-znachennya-koroziyi/> (дата звернення 28.09.2024)
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник Київ: Каварела. 2018. 552с.
4. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навчальний посібник Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.
5. Паладійчук Ю.Б., Мельник Ю.А. Відновлення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин нанесенням зносостійких покриттів. *Техніка та енергетика*. 2021. № 12 (4). С. 43-52.
6. Організаційні форми використання сільськогосподарської техніки: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizaciyini-formi-vikoristannya-silskogospo-darskoyi-tehniki> (дата звернення 15.09.24).

**В'ячеслав ОСАВОЛЮК<sup>9</sup>**,  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КОМБАЙНІВ ЗАРУБІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА КОМПАНІЇ CLAAS

*Анотація.* У цій науковій статті розглядається аналіз конструктивних особливостей виробництва техніки компанії Claas, зокрема моделей комбайнів

---

<sup>9</sup>Науковий керівник – Єленіч А. П., асистент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

*CLAAS LEXION 8900 Series, CLAAS TUCANO 6000 Series, та CLAAS TRION 7500 Series* Дослідження зосереджене на технічних характеристиках, інноваційних рішеннях та конструктивних елементах кожної моделі, які впливають на їх продуктивність і ефективність у сільському господарстві.

**Annotation.** *This scientific article examines the analysis of the design features of Claas equipment production, in particular the CLAAS LEXION 8900 Series, CLAAS TUCANO 6000 Series, and CLAAS TRION 7500 Series combine harvester models. The study focuses on the technical characteristics, innovative solutions, and design elements of each model that affect their performance and efficiency in agriculture.*

**Вступ.** У сучасному агропромисловому секторі ефективність збирання врожаю є критично важливою для досягнення високих результатів виробництва. Компанія CLAAS є одним з лідерів у розробці та виробництві сільськогосподарської техніки, зокрема комбайнів, які відіграють ключову роль у цьому процесі. Інноваційний підхід CLAAS до конструкції комбайнів дозволяє задовольняти різні потреби агрогосподарств і забезпечувати високу продуктивність та ефективність [1].

У цій статті розглядаються конструктивні особливості комбайнів, вироблених компанією CLAAS. Зокрема, акцентується увага на технологічних рішеннях, що відрізняють ці машини від конкурентів та сприяють їх успішній експлуатації в різних умовах.

Комбайни CLAAS характеризуються передовими технологіями, що включають вдосконалені системи сепарації та очищення, потужні двигуни, інтуїтивно зрозумілі інтерфейси управління та інноваційні рішення для підвищення продуктивності. Розгляд конструктивних особливостей цих машин дозволяє краще зрозуміти, як інновації впливають на ефективність їх роботи і як вони можуть задовольнити потреби різних типів агрогосподарств.

Аналіз конструкції комбайнів CLAAS допоможе оцінити їх технічні переваги, визначити ключові фактори, що впливають на продуктивність, і виявити, як ці особливості сприяють їх конкурентоспроможності на ринку сільськогосподарської техніки

**Виклад основного матеріалу.** Комбайн серії CLAAS LEXION 8900 представляє собою одну з найбільш передових і потужних моделей у сфері сільськогосподарської техніки.



Рис. 1 CLAAS LEXION 8900 Series

Розроблений компанією CLAAS, цей комбайн став еталоном для великих агрогосподарств, які потребують високої продуктивності та надійності при збиранні врожаю [2].

Комбайн CLAAS LEXION 8900 Series відзначається [2]:

1. Вражаюча потужність і продуктивність: CLAAS LEXION 8900 оснащений двигуном, що забезпечує до 790 к.с. Ця висока потужність дозволяє комбайну ефективно справлятися з великими обсягами врожаю та забезпечує стабільну роботу навіть в умовах високого навантаження.

2. Інноваційна система сепарації APS SYNFLOW HYBRID:

2.1 Технологія APS (Accelerated Pre-Separation): Попередня сепарація забезпечує швидкий та ефективний відділ зерна від полови, що зменшує навантаження на основний сепаратор.

2.2 Гібридний сепаратор: Система SYNFLOW HYBRID об'єднує попередню сепарацію з гібридним сепаратором, що покращує ефективність розподілу і сепарації зерна, зменшуючи втрати і підвищуючи якість очищення.

3. Універсальна жатка Vario:

3.1. Адаптивність: Жатка Vario може бути налаштована для різних типів культур, забезпечуючи оптимальні умови для врізання і збирання. Це дозволяє ефективно обробляти різні види зернових культур з мінімальними втратами.

3.2. Регульованість: Жатка має можливість регулювання ширини і висоти врізання, що забезпечує гнучкість у збиранні різних видів врожаю.

4. Сучасна комфортабельна кабіна:

4.1. Управлінські системи: Кабіна обладнана передовими системами управління, такими як CLAAS CEVIS (система управління інформацією та функціями комбайна) і CEMOS (система для автоматизації та оптимізації процесу збирання). Це забезпечує легкість у налаштуванні і контролі, підвищуючи комфорт оператора.

4.2. Комфорт: Ергономічний дизайн кабіни, зручні сидіння та відмінна видимість сприяють зменшенню фізичного навантаження на оператора і підвищують ефективність роботи.

5. Автоматизовані системи управління:

5.1. CLAAS IntelliSense: Ця система автоматично коригує параметри роботи комбайна, такі як швидкість руху, подача врожаю та налаштування сепаратора, для досягнення оптимальних результатів збирання.

5.2. CEMOS: Інноваційна система для автоматизації і оптимізації процесу збирання врожаю, що дозволяє досягти максимальних показників ефективності та продуктивності.

6. Висока якість виготовлення і довговічність:

6.1. Матеріали та технології: CLAAS LEXION 8900 виготовляється з використанням високоякісних матеріалів і передових технологій, що забезпечує надійність та довговічність техніки. Комбайн має відмінну стійкість до зносу і мінімальні витрати на обслуговування.

7. Екологічність і економічність:



7.1. Енергетична ефективність: Комбайн спроектований для оптимального використання пального, що знижує витрати і зменшує вплив на навколишнє середовище.

7.2. Емісія: Завдяки сучасним технологіям очищення вихлопних газів, комбайн відповідає сучасним екологічним стандартам.

8. CLAAS LEXION 8900 Series є передовим рішенням для великих агрогосподарств завдяки своїм високим технічним характеристикам, інноваційним технологіям і комфортному управлінню. Ці комбайни забезпечують високу продуктивність, ефективність і надійність, роблячи їх ідеальним вибором для сучасного сільського господарства.



*Рис 2. Claas Arion 600 Series*

Загальний огляд даного комбайна [5].

Комбайни серії CLAAS Arion 6000 — це сучасна техніка, що відрізняється високою продуктивністю та передовими технологічними рішеннями для ефективного збирання врожаю. Ця серія розроблена для забезпечення надійності, комфорту та ефективності в роботі, що робить її ідеальною для використання в різних умовах сільського господарства.

Висота і кут нахилу: Жатка оснащена системами для точного регулювання висоти та кута нахилу, що дозволяє адаптувати її до різних культур і умов збирання.

Швидкість обертання: Можливість регулювання швидкості обертання ножів і роторів забезпечує оптимальні умови для обробки різних типів рослин.

Переваги жатки CLAAS Arion 6000 [4]:

1. Висока продуктивність: Завдяки роторній системі та ефективним конвеєрам, жатка забезпечує високу продуктивність і швидкість збирання врожаю.

2. Універсальність: Регулювання висоти, кута нахилу і швидкості обробки робить жатку універсальною для роботи з різними типами культур і в різних умовах.

3. Економічність: Оптимізоване використання пального і зменшення втрат матеріалу сприяють зниженню експлуатаційних витрат.

4. Якість збирання: Завдяки точному регулюванню і ефективним системам транспортування, жатка забезпечує високоякісне збирання, зменшуючи втрати і пошкодження культур.

Комбайни серії CLAAS Arion 6000 розроблені для забезпечення високої продуктивності та ефективності в умовах сучасного сільського господарства. Для досягнення максимального терміну служби та безперебійної роботи необхідно дотримуватися певних вимог до обслуговування та догляду. Ці вимоги включають регулярні технічні огляди, чищення, заміну витратних матеріалів та інші заходи, що допомагають зберегти комбайн у відмінному стані.

Обслуговування комбайнів серії CLAAS Arion 6000 є критично важливим для забезпечення їх ефективною та безперебійною роботою. Дотримання вимог до технічного огляду, чищення, заміни витратних матеріалів та своєчасного ремонту сприяє підвищенню продуктивності, зниженню витрат і продовженню терміну служби техніки. Регулярний догляд за комбайном допомагає зберегти його в оптимальному стані і забезпечити успішне ведення сільськогосподарських робіт.

Фактори, що впливають на продуктивність:

- Потужність двигуна: Висока потужність двигуна забезпечує достатню енергію для обробки великої кількості матеріалу і підтримання стабільної роботи комбайна навіть при високих навантаженнях.

- Сучасні технології, такі як автоматичні системи управління, датчики та інтерфейси, забезпечують оптимізацію процесів обробки та збирання врожаю, що сприяє підвищенню продуктивності.

- Налаштування і регулювання: Правильне налаштування комбайна під конкретні умови роботи і типи культур дозволяє досягти найкращих результатів у збиранні та максимізувати продуктивність.

Тепер розглянемо загальні характеристики комбайнів серії CLAAS Arion 6000 Series [3]:

1. Загальний огляд продуктивності: Комбайни серії CLAAS Arion 6000 є одними з найбільш продуктивних і технологічно розвинутих рішень на ринку сільськогосподарської техніки. Вони розроблені для забезпечення високої продуктивності, ефективності та надійності в умовах сучасного сільського господарства. Важливими аспектами продуктивності є швидкість роботи, обсяг обробки та якість збирання врожаю.

2. Швидкість збирання: Залежно від модифікації і комплектації, комбайни серії Arion 6000 можуть забезпечувати різну швидкість збирання. Завдяки потужним двигунам і вдосконаленим системам обробки, комбайни здатні швидко обробляти великі площі.

3. Регулювання: Можливість регулювання швидкості обертання ножів, роторів і конвеєрів дозволяє адаптувати комбайн до конкретних умов роботи і забезпечити оптимальні результати.

4. Ширина захоплення: Комбайни серії Arion 6000 доступні з різними ширинами захоплення, що дозволяє зібрати більше врожаю за один прохід. Це збільшує загальний обсяг обробленої площі і підвищує продуктивність.

5. Ємність бункера: Величина бункера для збору врожаю також впливає на продуктивність. Великий бункер дозволяє зменшити частоту його спорожнення і підвищити ефективність роботи.

6. Якість збирання: Впроваджені в комбайнах серії Arion 6000 технології, такі як точне регулювання висоти і кута нахилу жатки, роторні системи та ефективні конвеєри, забезпечують високу якість збирання і мінімальні втрати врожаю. Завдяки продуманим системам очищення та подачі, комбайн забезпечує чистоту збирання та знижує кількість поламаних або пошкоджених частин рослин.

Фактори, що впливають на продуктивність [5]:

1. Потужність двигуна: Висока потужність двигуна забезпечує достатню енергію для обробки великої кількості матеріалу і підтримання стабільної роботи комбайна навіть при високих навантаженнях.

2. Технології і системи: Сучасні технології, такі як автоматичні системи управління, датчики та інтерфейси, забезпечують оптимізацію процесів обробки та збирання врожаю, що сприяє підвищенню продуктивності.

3. Налаштування і регулювання: Правильне налаштування комбайна під конкретні умови роботи і типи культур дозволяє досягти найкращих результатів у збиранні та максимізувати продуктивність.

Комбайни серії CLAAS Arion 6000 демонструють високу продуктивність завдяки поєднанню потужності, ефективних технологій обробки та можливості регулювання параметрів роботи. Вони забезпечують швидкість збирання, великий обсяг обробки і високу якість збирання врожаю, що робить їх відмінним вибором для сучасних сільськогосподарських підприємств. З урахуванням усіх цих факторів, комбайни серії Arion 6000 є надійними і ефективними інструментами для досягнення успіху в аграрній діяльності.



*Рис. 3. CLAAS TRION 7500 Series*

Загальний огляд комбайна CLAAS TRION 7500 Series.

CLAAS TRION 7500 Series є однією з найновіших моделей комбайнів у лінійці CLAAS, розроблених для високоефективного збирання врожаю в умовах

сучасного сільського господарства. Ця серія комбайнів поєднує передові технології та інноваційний дизайн для забезпечення максимальної продуктивності, надійності та зручності в експлуатації.

Основні характеристики CLAAS TRION 7500 [3]:

1. Двигун і потужність: CLAAS TRION 7500 оснащений високопродуктивним двигуном, що забезпечує значну потужність, достатню для обробки великих площ та важких умов роботи. Потужність двигуна дозволяє комбайну працювати з високою швидкістю і ефективністю.

Технологія двигуна включає передові технології для зниження витрат пального та зменшення викидів, що робить його більш екологічним і економічним.

2. Система обробки та збирання: Оперативна роторна система забезпечує ефективний захват і подачу врожаю. Вона спроектована для обробки різних видів культур з мінімальними втратами і високою продуктивністю.

Жатка може постачатися в різних конфігураціях, включаючи варіанти з регульованою шириною захоплення і можливістю адаптації до різних типів культур.

3. Комфорт і зручність для оператора: Комбайн оснащений просторою, комфортною кабіною з сучасними функціями, такими як кондиціонування, ергономічні сидіння та інтуїтивно зрозумілі системи управління. Це забезпечує високий рівень комфорту та знижує навантаження на оператора під час тривалих робочих змін.

4. Системи управління: Передові системи управління і моніторингу дозволяють оператору легко контролювати процес збирання, регулювати параметри роботи та отримувати дані про ефективність.

5. Технології для підвищення ефективності: CLAAS TRION 7500 Series включає автоматизовані системи для оптимізації процесів, таких як автоматичне регулювання швидкості обертання роторів, висоти жатки та інших параметрів.

6. Сенсори і датчики: Інтеграція сучасних сенсорів і датчиків допомагає в реальному часі відстежувати стан комбайна і врожаю, що сприяє кращій адаптації до умов роботи і підвищенню ефективності.

7. Обслуговування і надійність: Комбайн розроблений з використанням якісних матеріалів і технологій, що забезпечують довговічність і надійність у тривалих експлуатаційних умовах. Легкість у обслуговуванні завдяки зручному доступу до ключових компонентів та інтуїтивно зрозумілим системам для діагностики і ремонту.

Переваги CLAAS TRION 7500: Завдяки потужному двигуну та передовим системам обробки, комбайн забезпечує високу швидкість і ефективність збирання врожаю. Комфортна кабіна та інтуїтивні системи управління знижують навантаження на оператора і підвищують загальну ефективність роботи. Технології зменшення витрат пального та зниження викидів роблять комбайн економічно вигідним та екологічно чистим варіантом для сучасного сільського господарства.

CLAAS TRION 7500 Series представляє собою потужний і ефективний

комбайн, що поєднує передові технології та інноваційний дизайн для забезпечення високої продуктивності і комфорту. Завдяки своїм характеристикам, цей комбайн є відмінним вибором для агрогосподарств, які шукають надійне і продуктивне рішення для збирання врожаю в сучасних умовах.

**Висновок.** У цій статті аналізуються конструктивні особливості та технологічні рішення, які використовуються в моделях комбайнів CLAAS LEXION 8900 Series, CLAAS TUCANO 6000 Series та CLAAS TRION 7500 Series. Основна увага приділяється технічним характеристикам, що впливають на продуктивність та ефективність в аграрному секторі. Огляд включає передові системи сепарації та очищення зерна, інноваційні автоматизовані системи управління, а також ергономіку конструкції для зручності оператора. Також розглядаються конкурентні переваги техніки CLAAS на міжнародному ринку сільськогосподарської техніки. Результати дослідження корисні як для практиків, так і для науковців, що займаються вдосконаленням технологічних аспектів агротехніки [6].

### Список використаних джерел

1. Claas Lexion 8900 TerraTrac. Технічні характеристики та технічні дані: веб-сайт. URL: <https://agropravda.com/news/combains/12333-claas-predstavil-novoe-pokolenie-kombajna-lexion> (дата звернення 25.08.2024).
2. Нова генерація комбайнів CLAAS LEXION 8700, 7700, 7600, 6800, 6700: веб-сайт. URL: <https://as.pl.ua/claas-lexion-8000-7000-6000-pokolenie-2020-goda> (дата звернення 04.09.2024).
3. Claas Trion 750 Terra Trac. Технічні характеристики та технічні дані: веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/sil-s-kogospodars-ka-tehnika/zernovij-kombajn-claas/trion-750-terra-trac-11756829> (дата звернення 10.09.2024).
4. Зернозбиральні комбайни CLAAS: веб-сайт. URL: <https://agrodoctor.ua/uk/content/230-the-claas-harvest-combines> (дата звернення 13.09.2024).
5. Комбайни CLAAS — це більше, ніж комбайни: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com.ua/kombayny-claas-ce-bilshe-nizh-kombayny> (дата звернення 17.09.2024).
6. Нова техніка від CLAAS 2024: інновації в аграрному секторі: веб-сайт. URL: <https://volyntehresurs.com.ua/blog/article/nova-tehnika-vid-claas-2024-innovacii-v-agrarnomu-sektori-1970-01-01/> (дата звернення 20.09.2024).

Богдан ПЕРХАЙЛО<sup>10</sup>,  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ АКУМУЛЯТОРІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

**Анотація:** У статті розглянуто актуальність утилізації акумуляторів електромобілів з огляду на зростання кількості електротранспорту та екологічні виклики. Проаналізовано основні методи переробки акумуляторів, зокрема гідрометалургійні й пірометалургійні процеси. Запропоновано оптимальну технологічну схему утилізації, яка забезпечує максимальне вилучення цінних компонентів та мінімізацію шкідливого впливу на навколишнє середовище.

**Ключові слова:** акумулятори, кислотні батареї, лужні батареї, електричні машини, електродвигун.

**Annotation:** The article discusses the relevance of recycling electric vehicle batteries in view of the growing number of electric vehicles and environmental challenges. The main methods of battery processing, in particular hydrometallurgical and pyrometallurgical processes, are analyzed. The optimal technological scheme of recycling is proposed, which ensures maximum recovery of valuable components and minimizes the harmful impact on the environment.

**Key words:** batteries, acid batteries, alkaline batteries, electric machines, electric motor.

**Вступ.** Зростання інтересу до електромобілів у всьому світі є відповіддю на нагальні екологічні виклики, пов'язані з викидами парникових газів і забрудненням повітря від традиційних транспортних засобів. Швидкий розвиток електротранспорту стимулює попит на літій-іонні акумулятори, що є основним елементом електромобілів. Однак, разом із збільшенням кількості електромобілів виникає проблема утилізації відпрацьованих батарей, термін служби яких становить у середньому 8–10 років. Питання належної утилізації стає дедалі важливішим з огляду на зростання кількості використаних акумуляторів та можливі екологічні ризики.

Акумулятори містять цінні метали, такі як літій, кобальт, нікель та інші елементи, що можуть бути повторно використані у виробництві нових батарей, а також небезпечні речовини, які можуть завдати шкоди навколишньому середовищу у разі неналежної переробки. Тому розробка ефективних технологій переробки та утилізації акумуляторів електромобілів є важливим завданням як для збереження ресурсів, так і для зниження шкідливого впливу на довкілля.

---

<sup>10</sup>Науковий керівник – Телятник І.А., асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

**Виклад основного матеріалу.** Електрифікація транспорту - один з найважливіших кроків до вирішення кліматичної кризи. Вважається, що менша кількість транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) зменшить викиди в атмосферу газів, що спричиняють потепління планети.

Електромобілі - це транспортні засоби, що приводяться в рух одним або декількома електродвигунами, які працюють від акумуляторів або паливних елементів замість двигуна внутрішнього згорання.

З роками електромобілі стають дедалі популярнішими в усьому світі. Кількість електромобілів, зареєстрованих в Україні, також стрімко зростає.



*Графік 1. Динаміка кількості електромобілів в Україні.*

Станом на 1 січня 2019 року було зареєстровано 19 887 електричних та гібридних транспортних засобів. З них 10 717 - електромобілі та 9 170 - гібридні транспортні засоби.

Станом на березень 2018 року кількість електрозаправок в Україні становила 1 559.

У січні-березні 2018 року в Україну було імпортовано 1 744 транспортних засобів лише з електричними двигунами.

Наразі в Україні налічується 20 000 електромобілів, кожен з яких проїжджає в середньому 50 км на день. Ці транспортні засоби споживають не більше 36 000 тонн пального на рік, що призводить до скорочення викидів вуглекислого газу на 7 200 тонн на рік. Більше того, ця цифра становить лише 6 відсотків автопарку України.

Будова електромобіля та акумуляторних батарей.

У порівнянні з транспортними засобами, що використовують двигуни внутрішнього згорання, електромобілі характеризуються простішими схемами та меншою кількістю рухомих частин. Таке рішення є більш надійним.

Давайте розглянемо основні компоненти електромобіля:

Перший з них - це, звичайно ж, електродвигун, який приводиться в рух тяговими батареями різної ємності в залежності від потужності двигуна. Найчастіше використовуються літій-іонні, а кілька модулів з'єднуються послідовно. Інші компоненти електромобілів включають просту коробку передач, інвертор, бортовий зарядний пристрій та електронну систему управління елементами конструкції.

Батареї, як і інші хімічні джерела струму, складаються з позитивних і негативних електродів та електроліту, в який вони занурені. Різниця потенціалів між електродами та електролітом створює напругу акумулятора у відкритому контурі. Коли акумулятор розряджається, енергія хімічної реакції перетворюється на електричну енергію, і навпаки, коли він заряджається.

Найпоширеніші електричні акумулятори - кислотні та лужні.

Кислотні батареї мають високу номінальну напругу (2 В), низький внутрішній електричний опір і відносно високий ККД (до 0,85). Однак їх використання обмежене через короткий термін служби, низьку міцність і погану роботу при низьких і високих температурах.

Лужні батареї мають низку переваг перед кислотними, такі як більша витривалість, відсутність страху перед перевантаженням, робота в широкому діапазоні температур і не залежать від умов виробництва. Основними їхніми недоліками є низький ККД (до 60%) і напруга (1,2, 1,25 і 1,33 В).

Акумуляторні батареї складаються з декількох електрохімічних елементів, з'єднаних в єдиний електричний ланцюг. Ці елементи електрично і конструктивно з'єднані для досягнення необхідних значень струму і напруги. Зокрема, вони використовуються як джерело енергії для живлення тягових електродвигунів акумуляторних електровозів. Основними параметрами, що характеризують такі батареї, є електрорушійна сила, напруга, внутрішній опір, струм і ємність.

У більшості сучасних електричних машин використовуються чотири типи акумуляторів. Найпоширенішими є літій-іонні, алюмінієві та сульфідні. Менш поширеними є метало-повітряні батареї, де металами є цинк, літій, натрій, магній та алюміній.



Таблиця 1

## Характеристики основних типів акумуляторних батарей

Параметр	Тип акумулятора						
	Свинцово-кислотні	Залізо-нікелеві	Нікель-кадмієві	Нікель-металгідридні	Натрієво-сірчані	Нікель-хлоридні	Літій-іонні
Питома потужність, Вт/кг	35...300	70...130	100...200	140...200	90...120	150	100
Щільність енергії, Вт·год/дм <sup>3</sup>	50...90	60...100	60...100	100...120	75...110	160	100
Питома енергія, Вт·год/кг	15...45	35...60	30...60	55...80	80...120	100	150
Число циклів «заряд/розряд»	300...600	400...1200	1000...1500	1000	250...500	500	500
Ціна у.о./кВт·год	70...400	400...500	500	150...800	300	>1000	>1000

## 1. Характеристики літій-іонних акумуляторів.

Сучасні літій-іонні акумулятори мають високі характеристики: енергоємність - 100-180 Вт·год/кг, 250-400 Вт·год/дм<sup>3</sup>; робоча напруга - 3,5-3,7 В.

Хімічний склад, продуктивність, вартість і безпека батарей залежать від типу літій-іонного акумулятора. Найпоширенішим є оксидно-кобальтовий (LiCoO<sub>2</sub>) акумулятор, який має високу щільність енергії, але є невигідним з точки зору безпеки експлуатації (особливо у випадку пошкодження).

Літій-залізо-фосфатні (літій-залізо-фосфат, також відомий як LiFePO<sub>4</sub>), літій-манганатні (LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub> або LMO) та літій-нікель-марганцево-кобальтові (LiNiMnCoO<sub>2</sub> або NMC) акумулятори мають меншу щільність енергії, але мають довгий термін служби і є хімічно безпечними. Ці батареї широко використовуються в автомобільній промисловості. Літій-нікель-кобальт-алюміній оксидні (LiNiCoAlO<sub>2</sub> або NCA) та літій-титанові (Li<sub>4</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub> або LTO) батареї спеціально розроблені для конкретних ніш.

## 2. Характеристики алюмінієво-іонних акумуляторів.

Використання алюмінію в батареях електромобілів підвищує безпеку. Крім того, такі батареї дешевші у виробництві. Використання таких пристроїв ускладнюється низькою ефективністю катодів і меншою кількістю циклів

заряджання-розряджання.

### 3. Характеристики літій-сірчаних акумуляторів.

Батареї, засновані на реакції між літієм і сіркою, є багат шаровими і мають приблизно вдвічі більшу ємність, ніж літій-іонні батареї такого ж розміру. Витрати на виробництво таких батарей низькі, а діапазон робочих температур вищий, ніж у більшості інших джерел живлення для електромобілів.

Недоліком літій-сірчаних батарей є те, що вони потребують меншої кількості циклів заряду (60). Тому вони не підходять для встановлення у серійних автомобілях.

### 4. Характеристики метало-повітряних батарей.

Перевагами метал-повітряних батарей є їхня невелика вага, що зменшує вагу транспортного засобу; більший запас ходу електромобілів, оснащених такими батареями; відносно доступна ціна і простота утилізації порівняно з літійовими батареями.

Недоліком є зниження продуктивності батареї при низьких температурах. Крім того, такі батареї споживають майже третину своєї загальної потужності при низьких температурах. Ще одним серйозним недоліком є раптовий вихід з ладу метало-повітряних батарей через плівку пероксиду літію, що утворюється на їхній поверхні. Останній недолік - мала кількість циклів заряду-розряду (50-60), через що попит на такі батареї невисокий.

**Таблиця 2**

*Хімічні елементи в різних типах акумуляторів*

Тип акумулятора	Хімічний склад
Свинцово-кислотні	електроліт - розчин сірчаної кислоти ( $H_2SO_4$ ); активна речовина позитивних пластин – двоокис свинцю ( $Pb_2$ ); негативних пластин – свинець (Pb).
Залізо-нікелеві	електроліт – лужний (зазвичай використовують луги NaOH або KOH); катод - оксид-нікелю (NiO); анод – ферум (Fe).
Нікель-кадмієві	електроліт — гідроксид калію KOH з додаванням гідроксиду літію LiOH; катод — гідрат окису нікелю NiOOH з графітовим порошком; анод - є металічний кадмій Cd (у вигляді порошку)
Нікель- металгідридні	електроліт – лужний (зазвичай використовують луги NaOH або KOH); катод - оксид-нікелю (NiO); анод - зазвичай, представляє собою сплав декількох металів.
Натрієво-сірчані	рідкий натрій (Na) та сірка (S).
Нікель-хлоридні	Нікель – позитивний струмомознімач; Кухонна сіль ( $2NaCl$ ) – активна речовина у вигляді порошку.

Літій-іонні	Літій-кобальтовий: катод – оксид кобальту ( $\text{LiCoO}_2$ ); анод – графіт. Літій-нікель-кобальт-алюмінієвий: катод – $\text{Li}(\text{NiCoAl})\text{O}_2$ ; анод – графіт. Літій-нікель-марганцево-кобальтовий: катод – $\text{Li}(\text{NiMnCo})\text{O}_2$ ; анод – графіт. Літій-марганцевий: катод – $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ; анод – графіт. Літій-залізо-фосфатний: катод – $\text{LiFePO}_4$ ; анод – графіт. Літій-титановий: катод – графіт; анод – $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
-------------	---

#### Утилізація та переробка акумуляторних батарей

Відпрацьовані АКБ розділяють по хімічним елементам в такій послідовності:

1. акумулятор повністю розряджають, потім розбирають і сортують за типами елементів;
2. поміщають акумулятор в шредер, наповнений інертним азотом; подрібнюють батарейні блоки під тиском;
3. знижують тиск, відновлюють шляхом конденсації випарений електроліт і збирають його в рідкому вигляді в спеціальну ємність;
4. все, що залишилося від акумулятора (мідь, алюміній, порошок літію, нікель, марганець, кобальт) — висушують і відправляють на повторне використання.

В результаті отримують два продукти: електроліт (який залишається прозорою рідиною) і різні металеві гранули. Процес є екологічно чистим, оскільки електроліт не горить, не виділяє  $\text{CO}_2$  в атмосферу і не утворює токсичних сполук фтору.

Переробка літій-іонних акумуляторів електромобілів є складним і ризикованим процесом. Для безпечної утилізації батареї мають бути спроектовані з урахуванням можливості переробки, а демонтаж варто автоматизувати. У 2017 році продаж електромобілів перевищив мільйон, що генеруватиме 250 000 тонн відпрацьованих акумуляторів. Неправильна утилізація може призвести до термічного прискорення, яке може спричинити займання. Переробка цінних матеріалів, таких як кобальт, допоможе зробити електромобілі більш екологічними. Наприклад, Toyota використовує старі акумулятори разом із сонячними панелями для енергопостачання своїх магазинів. Як наслідок, існує нагальна потреба у розробці унікальних батарей, що складаються з ідентичних блоків, які можуть бути демонтовані роботами, щоб

уникнути катастроф з акумуляторами, а також у налагодженні процесів переробки матеріалів для виготовлення нових батарей.

Альтернативні технології руху для транспортних засобів можуть використовувати суперконденсатори замість звичайних батарей. Німецька компанія Wampfler розробила для швейцарської логістичної компанії Lucerne пристрій, який безконтактно заряджає автомобільні суперконденсатори та самі суперконденсатори. Адже завдяки високій робочій частоті (15-30 кГц замість звичайних 50 Гц) між первинною і вторинною обмотками трансформатора відсутній повітряний проміжок. Конденсатори заряджаються дуже швидко і не зношуються навіть після 500 000 циклів. Для безконтактної зарядки достатньо зупинити автомобіль у заздалегідь визначеному місці на асфальті, позначеному прямокутником. Зарядка триває три хвилини.

Сонячні електромобілі (електромобілі на сонячних батареях) - це тип електромобіля, який живиться від сонячних батарей і підзаряджає свої акумулятори.

Існує багато конструкцій сонячних автомобілів, але загальною проблемою є низька ефективність сонячних панелей (зазвичай близько 10-15 відсотків, досягаючи 30-40 відсотків у просунутих конструкціях), що означає, що менше енергії може бути збережено за день і щоденна відстань поїздки зменшується. Другою проблемою є висока ціна сонячних панелей.

«Nuna» - це назва серії пілотованих сонячних автомобілів.

«Treb» - двомісний автомобіль на відновлюваних джерелах енергії, розроблений співробітниками та студентами Університету Південної Австралії.

Акумулятори містять небезпечні для навколишнього середовища речовини, зокрема електроліт (сірчану кислоту) та свинець. Сірчана кислота може руйнувати органічні матеріали, викликати опіки шкіри, подразнення дихальних шляхів і серйозні захворювання при вдиханні. Свинець, накопичуючись у повітрі, забруднює довкілля, потрапляючи в організм людини, він може призводити до пошкодження нервової системи, нирок і пригнічення синтезу гемоглобіну. Неправильне зберігання акумуляторів без належної переробки може спричинити серйозні екологічні й здоров'яні наслідки.

**Висновок:** У результаті дослідження обґрунтовано необхідність розробки та впровадження ефективного технологічного процесу утилізації акумуляторів електромобілів. Зростання кількості електротранспорту потребує екологічно безпечних рішень для переробки відпрацьованих акумуляторів з метою мінімізації негативного впливу на довкілля та максимального вилучення цінних матеріалів. Аналіз сучасних методів утилізації, таких як гідрометалургійні й пірометалургійні процеси, показав, що поєднання цих технологій може забезпечити оптимальне вирішення проблеми. Запропонована схема переробки дозволить не лише знизити шкідливий вплив на природу, але й сприятиме розвитку кругової економіки через повторне використання ресурсів.

### Список використаних джерел

1. Будова та електрозабезпечення електромобілів: електронний посібник.

URL: <https://xdakollege.lcloud.in.ua/ebook/572> (дата звернення 18.09.2024).

2. Мартиненко С..А. Електрообладнання автомобілів: посібник. ХАДТ. Лозова. 2016. 92 с. (дата звернення 16.09.2024).

3. Шелест М.Б., Гайда П.І. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей: навчальний посібник. Суми. 2014. 210 с. (дата звернення 19.09.2024).

4. Утилізація використаних батарейок та акумуляторів: веб-сайт. URL: [http://www.yu.mk.ua/news/show/utilizatsiya\\_vikoristanikh\\_batareyok\\_ta\\_akumulyat\\_oriv?](http://www.yu.mk.ua/news/show/utilizatsiya_vikoristanikh_batareyok_ta_akumulyat_oriv?) (дата звернення 18.09.2024).

5. Стартерні акумуляторні батареї: електронний посібник. URL: [https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/traktoru\\_i\\_avtomobili\\_I%D0%86\\_g/traktoru\\_i\\_avtomobili\\_I%D0%86\\_g/4/4\\_1.htm](https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/traktoru_i_avtomobili_I%D0%86_g/traktoru_i_avtomobili_I%D0%86_g/4/4_1.htm) (дата звернення 20.09.2024).

6. Альтернативні джерела енергії: веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96\\_%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0\\_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97) (дата звернення 20.09.2024).

**Вадим ШЕВЧУК<sup>11</sup>,**

студент 3 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

## **ОГЛЯД ДОСТУПНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ УСТАНОВОК НА РИНКУ**

***Анотація.** У роботі представлено огляд доступних джерел живлення для гальванічних установок, що пропонуються на ринку. Розглядаються різні типи джерел живлення, зокрема лінійні, імпульсні та перетворювачі постійного струму, а також їх технічні характеристики, переваги й недоліки. Увагу зосереджено на питаннях енергоефективності, стабільності вихідних параметрів і варіативності налаштувань для оптимізації гальванічних процесів. Проведено порівняння доступних моделей від провідних виробників з урахуванням вимог до різних типів гальванічних покриттів. Робота дозволяє визначити найкращі рішення для застосування у виробничих процесах, орієнтованих на якість та економічну ефективність.*

***Annotation.** The work presents an overview of available power sources for galvanic installations offered on the market. Different types of power supplies are considered, including linear, pulse, and DC converters, as well as their technical characteristics, advantages, and disadvantages. Attention is focused on issues of*

---

<sup>11</sup>Науковий керівник – Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

*energy efficiency, stability of initial parameters and variability of settings for optimization of galvanic processes. A comparison of available models from leading manufacturers was made, taking into account the requirements for various types of galvanic coatings. The work allows you to determine the best solutions for use in production processes focused on quality and economic efficiency.*

**Вступ.** Гальванічні установки широко використовуються в різних галузях промисловості для нанесення металевих покриттів з метою захисту від корозії, поліпшення зовнішнього вигляду виробів та збільшення їхньої довговічності. Одним із ключових елементів, що впливають на якість гальванічного процесу, є джерело живлення. Воно повинно забезпечувати стабільну подачу струму та напруги, а також мати можливість регулювання параметрів для досягнення необхідних характеристик покриттів.

На сучасному ринку існує широкий вибір джерел живлення для гальванічних установок, які відрізняються за типом, функціональністю та ціною категорією. Основними критеріями вибору є енергоефективність, надійність, стабільність параметрів, можливість тонкого регулювання струму і напруги, а також зручність у використанні. Вивчення та порівняння доступних джерел живлення є важливим для вибору найбільш відповідного обладнання, що відповідатиме специфічним вимогам виробництва та сприятиме підвищенню якості гальванічних покриттів.

**Виклад основного матеріалу.** Найбільш поширеними досі є низькочастотні тиристорні випрямлячі, наприклад випрямлячі серії TE1 виробництва "Електромодуль", представлений на рис. 1. Випрямляч призначений для живлення постійним струмом гальванічних ванн, верстатів електрохімічної обробки металів, низьковольтних електродвигунів, очищення стічних вод, і навіть живлення інших споживачів постійного струму [1-2].



*Рис. 1. Випрямляч TE1-200-12T*

Істотним обмеженням у роботі даного випрямляча є вимога до навколишнього середовища: навколишнє середовище не вибухонебезпечне, не містить агресивних газів у неприпустимих концентраціях, не насичена руйнівним пилом і водяними парами. При встановленні випрямляча безпосередньо в цеху поряд з ваннами протягом нетривалого часу роботи в

корпус випрямляча потрапляють пари електролітів, які є агресивними середовищами і згубно впливають на термін служби випрямляча. Встановлення обладнання в окремому приміщенні не завжди можливе, тому розробники випрямлячів для гальванічних цехів намагаються мінімізувати контакт компонентів випрямляча з парами електролітів. Зокрема, цю проблему можна вирішити встановленням водяного охолодження, наприклад, випрямлячі серії ГАЛС виробництва ТОВ "Інтмаш", представлений на рис.2. У цих випрямлячах повітря з цеху контактує лише з радіатором, який виробляє тепловідведення від рідини, що охолоджує. Силові елементи шафи не обдуваються повітряним потоком, що містить пари електролітів [2].



*Рис. 2. Випрямляч ГАЛС-6300Р-12-УХЛ із рідинним охолодженням*

Всі низькочастотні випрямлячі мають один загальний недолік - наявність важких і об'ємних силових трансформаторів і дроселів. Це здорожчує транспортування, встановлення, зберігання таких випрямлячів. Для вирішення цієї проблеми розробники обладнання для гальванічних виробництв почали випускати високочастотні транзисторні випрямлячі, позбавлені цих недоліків.

Більш компактним рішенням є випрямлячі серії "UNIV" виробництва "IMPGold", рис.3.



*Рис. 3. Випрямляч UNIV-150A/12В*

Високочастотні імпульсні випрямлячі (джерела струму/напруги) серії «UNIV», широкого діапазону вихідної потужності від 0,36 до 150 кВт та призначенням, використовуються для різних процесів гальванічного виробництва, електротермії і т.д.

Дані випрямлячі побудовані на високоякісній елементній базі провідних світових виробників з використанням високовольтних IGBT-модулів, керованих

широотно-імпульсною модуляцією, що забезпечують високий коефіцієнт потужності та високий ККД перетворювача. Випрямлячі мають високу надійність, точність підтримки вихідних параметрів, мають малі пульсації вихідного струму і оснащені захистом від короткого замикання та перенапруги на виході та автоматичним захистом від перегріву.

Дана серія випрямлячів має широкий вибір вихідної потужності, що говорить про складність нарощування вихідного струму шляхом включення декількох випрямлячів паралельно [2-3].

Випрямляч «СТРАТ», представлений на рис.4, у повністю герметичному виконанні з пасивним охолодженням, що не містить у своєму складі вентиляторів, які не витримують жорстких умов навколишнього середовища в гальванічних цехах [3].



*Рис. 4. Повністю герметичний випрямляч СТРАТ-100ВГ-ІР65*

Модульні системи електроживлення виробництва компанії CRS Industrial Power Equipment. Випрямлячі серії «DC», представлені на рис.5, використовують у своїй основі високочастотний інвертор на IGBT транзисторах, що володіє високим ККД і низьким часом відгуку. Варто зазначити, що випрямлячі, що мають повітряне охолодження, виконуються в негерметичних корпусах, що знижує термін служби.



*Рис. 5. Модульні випрямлячі CRS*

Варто відзначити вітчизняний випрямляч «Пульсар СМАРТ» виробництва «Навіком» [3], показаний на рис.6. Випрямлячі модульної конструкції займають у 2-5 разів меншу площу та мають у 2-3 рази меншу масу порівняно з випрямлячами «Пульсар ПРО» порівнянної потужності, що значно спрощує транспортування та монтаж. Випрямлячі можна встановлювати впритул один до одного або іншого обладнання, забезпечивши доступ тільки спереду та ззаду.





*Рис. 6. Модульні випрямлячі Пульсар СМАРТ*

Перетворювач живлення NEON ППГ виробництва «ЕлектроІнтел», представлений на рис.7 також є вітчизняної розробкою. Як і в інших модульних випрямлячів, зовнішній корпус NEON ППГ складається з окремих пластин, що дозволяє легко нарощувати кількість силових осередків без потреби придбання шафи, розрахованої на більшу кількість модулів.



*Рис. 7. Модульний випрямляч NEON*

Випрямлячі NEON ППГ виконуються зі ступенем захисту IP54, що забезпечує стійкість до впливу агресивних середовищ, можливість роботи на відкритому повітрі під навісом або у безпосередній близькості до гальванічної ванни.

Одним із найвідоміших випрямлячів для гальванічних виробництв є FlexKraft виробництва «KraftPowercon», Швеція [4-5], показаний на рис.8. Основні переваги полягають у модульності конструкції, компактності, високому ККД.



*Рис. 8. Модульні випрямлячі FlexKraft*

Представлені вище модульні випрямлячі прості в обслуговуванні, дозволяють підібрати найбільш підходящу замовнику сумарну вихідну потужність. Використання височастотних схем перетворення дозволяє позбутися важких мережевих трансформаторів, покращити якість вихідного струму при середніх та малих навантаженнях.

Для подальшого порівняння масогабаритних показників основні характеристики випрямлячів зведені в загальну Таблицю 1. Всі випрямлячі, представлені в таблиці, мають вихідну напругу, що дорівнює 12 В. та всі електричні параметри, взяті для номінального режиму роботи.

**Таблиця 1**

**Характеристики випрямлячів для гальванічних виробництв**

Назва	Р <sub>ВИХ</sub> ,	m,	V,	Р <sub>ВИХ</sub> /V,	Р <sub>ВИХ</sub> /m,	η,	χ
	Вт	кг	м <sup>3</sup>	кВ/м <sup>3</sup>	кВ/кг	%	
ТЕ1-200-12Т	2400	160	0,21	11,4	0,015	85	0,85
ТЕ1-600-12Т	7200	270	0,62	11,6	0,026	85	0,85
UNIV-150A/12В	1800	19	0,054	33,3	0,095	88	0,87
UNIV-500A/12В	6000	35	0,08	75	0,17	88	0,87
СТРАТ-100ВГ-IP65	1200	10	0,11	10,9	0,12	96	-
ППГ-12/150-220 IP54	1800	25	0,056	32,1	0,072	88	0,86
ППГ-12/600-380 IP54	7200	55	0,13	56,25	0,13	88	0,86
Flexkraft AIR-12/600	7200	49	0,14	52,6	0,15	90	0,93
Q500 12V/550A DC AIR-400VAC-1MOD	6600	79	0,1	66	0,083	87	0,93
Пульсар СМАРТ 1000/12	12000	72	0,16	75	0,17	90	0,95- 0,97

**Висновок.** Аналіз доступних на ринку джерел живлення для гальванічних установок показав, що найсучаснішим і найефективнішим рішенням з точки зору зручності використання, обслуговування та надійності є модульне виконання джерела живлення. Тому, модульні джерела живлення є сучасним і універсальним рішенням, яке поєднує в собі високу надійність, гнучкість, зручність в експлуатації та економічну ефективність. Їх впровадження дозволяє оптимізувати процеси в гальванічних установках і підвищити загальну продуктивність виробництва.

**Список використаних джерел**

1. Стаднік М. І. Оптимізація функціональної структури системи автоматизації однорідних об'єктів. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.* 2016. № 3. С. 62–65.
2. Стаднік М.І., Видмиш А.А., Штуць А.А. Колісник М.А. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навч. посіб. Вінниця. ТОВ "ТВОРИ". 2020. 332 с.
3. Матвійчук В.А., Любін М.В., Токарчук О.А., Рубаненко О.О. Особливості частотно-регульованого електроприводу для транспортуючих систем АПК. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки.* 2018. № 6 (267).

С. 39-43.

4. Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. Електропривод виробничих машин і механізмів. Навчальний посібник з виконання курсової роботи. Вінниця: ВНАУ, 2016.

5. Граняк В.Ф., Солоня О.В. Перспективи виявлення дефектів обертових електричних машин на основі аналізу їх вібросигналів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2022. № 1 (104). С. 20-29 DOI: 10.37128/2306-8744-2022-1-3.

6. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ*: Вінниця, 2011. Т1 (65). С.8-18.

**Володимир ШКУТА<sup>12</sup>**,  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ І БОБОВИХ КУЛЬТУР: МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ОБМОЛОТ**

***Анотація.** У статті розглядаються сучасні технології та технічні засоби для збирання зернових та бобових культур, що сприяють підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва. Основна увага приділяється інноваційним комбайнам і жаткам, які забезпечують зниження втрат врожаю, витрат пального та підвищення якості обмолоту.*

***Ключові слова:** зернові культури, сільськогосподарська техніка, комбайни, жатки, врожай, обмолот, ефективність.*

***Annotation.** The article discusses modern technologies and technical means for harvesting grain and leguminous crops, which contribute to increasing the efficiency of agricultural production. The main attention is paid to innovative combines and harvesters, which ensure reduction of crop losses, fuel consumption and improvement of threshing quality.*

***Key words:** grain crops, agricultural machinery, harvesters, harvest, threshing, efficiency.*

***Вступ.** Удосконалення технологій і технічних засобів збирання зернових та бобових культур є важливою складовою підвищення ефективності сільського господарства [1-3]. Від якості та швидкості збирання врожаю залежать не лише обсяги зібраного зерна, але й його збереження, мінімізація втрат та загальні витрати на збирання. З огляду на це, актуальним завданням є впровадження*

---

<sup>12</sup>Науковий керівник – Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

сучасних машин та технологій, які дозволяють оптимізувати процеси збирання, забезпечуючи високу продуктивність та якість роботи.

Основною технікою для збирання зернових і бобових культур є жатки, комбайни, підбирачі і машини для збирання незернової частини врожаю [1,2]. Різні типи жаток, зокрема причіпні та навісні, дозволяють ефективно скошувати хлібну масу та укладати її у валки, забезпечуючи оптимальні умови для подальшого обмолоту.

Виробництво зерна включає велику кількість технологічних операцій, серед яких збирання є найтрудомісткішим та енерговитратним процесом, що становить до 40% витрат праці та до 35% витрат пального.

Знизити витрати на збирання зернових культур можна за допомогою застосування комбайнового очесу [1,2]. Це дозволяє зменшити обсяг хлібної маси, що надходить у комбайн, в 1,5-2 рази, що, в свою чергу, економить до 70% енергії, яку сучасні збиральні машини витрачають на деформацію соломи в молотарці.

Завдяки цьому продуктивність комбайна збільшується в 1,3-1,5 рази, а витрати пального зменшуються на 20-25%. Таким чином, собівартість зерна знижується на 25-30%.

Сучасне сільське господарство невпинно розвивається, вимагаючи дедалі ефективніших та надійніших технологій для забезпечення високої продуктивності та якості обробки врожаю. Зернозбиральні комбайни є невід'ємною частиною цього процесу, оскільки вони дозволяють автоматизувати збирання зернових культур, значно скорочуючи час і зусилля, необхідні для проведення жнив [1-3].

Однією з ключових складових цих машин є молотильний апарат, від якого залежить якість обмолоту та ступінь пошкодження зерна. Удосконалення конструкції молотильного апарату є важливим завданням для підвищення ефективності роботи комбайнів та зменшення втрат врожаю.

**Виклад основного матеріалу.** Строки початку роздільного збирання визначають окремо для кожного поля. Для цього організують постійних нагляд за досяганням культур на всіх полях за 20 днів до збирання. Скошування можна розпочинати на 5...7 днів раніше повної стиглості.

Висота стерні за двофазного збирання має бути в межах 15...25 см залежно від густоти і висоти рослин. Рослини заввишки 60...100 см і густотою 300...400 стебел на 1 м<sup>2</sup> скошують, залишаючи висоту стерні 15...18 см, а для більш густих і високих стебел – 18...25 см [2,3].

Валок повинен мати товщину в межах 10...18 см; масу 1 погонного метра валка не менш як 1,5 кг; орієнтацію стебел – у межах 10...15° відносно повздовжньої осі.

Вкладають стебла у валки впоперек посіву.

Слід домагатися такого нахилу стеблів, щоб за атмосферних опадів вода стікала від колоса до землі. Валок правильно сформований, якщо він рівномірний за шириною і товщиною.

Підбір і обмолот валків

Валки підбирають для обмолоту після досягання зерна і засихання листостеблової маси. Тривалість підбирання валків не має перевищувати 6...7 днів для озимої пшениці і 2...3 днів – для ячменю, озимого жита. Підбирають валки плавно, без розриву і скупчення, правильно вибравши поступальну швидкість комбайна і частоту обертання вала урухомника підбирача.

Пряме комбайнування [2,3].

За прямого комбайнування висоту скошування встановлюють залежно від густоти і висоти стеблостою. Рослини заввишки 60...100 см і густотою 300...400 стебел на 1 м<sup>2</sup> скошують, залишаючи висоту стерні 13...18 см, а для більш густих і високих стебел – 20...30 см.

У полеглих хлібів висота стерні має бути 8...12 см. Для стеблостою, який має нормальну густоту і висоту, з підсівом багаторічних трав, висота скошування має відповідати висоті трави.

Копни соломи вивантажують на загінці рядами, паралельними її короткій стороні. Не допускається розтягування копен у момент вивантаження їх з копнувача комбайна [3].

Огріхи під час косовиці не допускаються.

До скошування гороху приступають за пожовтіння маси і вологості зерна 65...75 %. За прямого комбайнування горох збирають у разі дозрівання 90...100 % стеблової маси і вологості зерна 20...25 %.

13. Технологічне налагодження збиральних агрегатів

Під час підготовки до роботи агрегатів для скошування у валки на тракторах установлюють колію коліс на ширину 1400мм, тиск у шинах передніх коліс має бути 0,16...0,17 МПа (1,6...1,7 кгс/см<sup>2</sup>), задніх – 0,10...0,11 МПа (1,0...1,1 кгс/см<sup>2</sup>).

Жатки

Регулюють різальний апарат.

Регулюють механізм урівноваження (на зусилля 0,25...0,30 кН).

Регулюють висоту скошування.

Регулюють натяг стрічки транспортера [1-4]. Регулювання рахується нормальним, якщо стрічку можна підняти за середню частину на 200...250 мм.

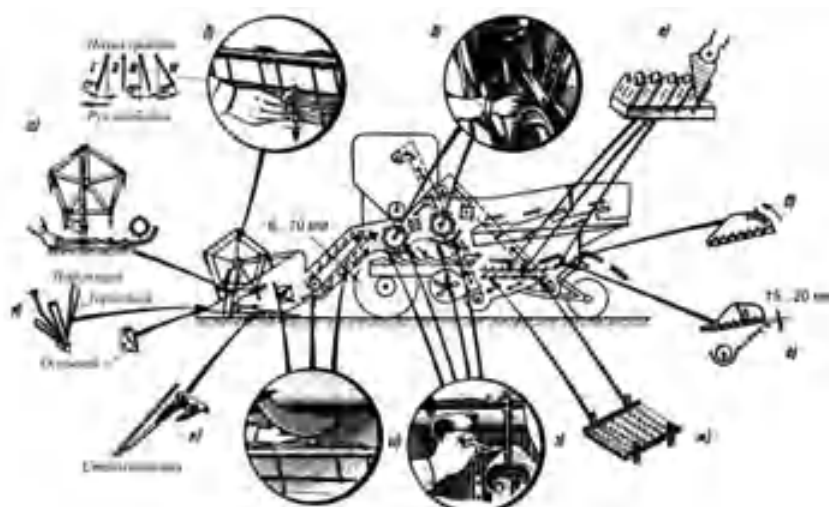
Встановлюють мотовило за висотою і горизонталлю (у найнижчому положенні мотовила між кінцями пальців граблин чи лопатей і різальним апаратом має бути зазор 16...25 мм;).

Технологічне налагодження комбайна (рис.1).

Жатка комбайна

Регулюють механізм урівноваження жатки (на зусилля 0,30 кН).

Регулюють різальний апарат.  
Регулюють висоту скошування.



*Рис. 1. Технологічне налагодження комбайна*

Установлюють шнек жатки відносно днища без перекосів. Зазори між витками і днищем, а також між пальцями шнека і днищем не мають перевищувати 35 мм під час збирання високоврожайних з великою солломистістю хлібів і не менше 10 мм – під час збирання короткостеблових [1-4].

У жаток комбайнів «Дон-1500» встановлюють наступні зазори: між шнеком і днищем – 10...15 мм, між пальцями і днищем – 20...30 мм, між пальцями бітера і приставкою – 25...35 мм.

#### Полотняно-транспортний підбирач

Перевіряють і за необхідності регулюють натяг полотна так, щоб під час підбирання валків воно не пробуксовувало. Для перевірки відтягують рукою одну з граблин за середину полотна, при цьому воно має піднятися на 30...40 мм.

Пружини урівноважувального механізму регулюють так, щоб передню частину підбирача можна було підняти із зусиллям 0,03...0,15 кН.

#### Зернозбиральні комбайни

Регулюють зазори в молотильному апараті (за збирання пшениці, ячменю, жита – зазори на вході 18...24 мм, на виході 2...8 мм; для гороху – на вході 32...34 мм, на виході – 16...18 мм; для «Дон-1500»: за збирання пшениці, ячменю, жита – зазори на вході 19...20 мм, на виході 4...5 мм) [10-12].

Регулюють частоту обертання молотильного барабана (для СК-5: під час збирання пшениці – 950 ...1050 хв-1; ячменю, жита – 900...1000 хв-1; для гороху – 500...700 хв-1; для «Дон-1500»: під час збирання пшениці – 830...900 хв-1).

Регулюють очищення [4,5].

Перевіряють і регулюють пасові передачі.  
Перевіряють і регулюють ланцюгові передачі.

У транспортувальному обладнанні (шнековому і елеваторному) регулюють запобіжні муфти і натяг ланцюгів.

Комбайни оснащені продуктивними молотильно-сепаруючими пристроями, які мають більший діаметр барабана і площу очищення, а також бункери більшого об'єму з високопродуктивними системами вивантаження та пристрої для подрібнення соломи [4,5].

Молотильно-сепаруючий пристрій (МСП) комбайна містить більший барабан діаметром 800 мм, односекційні деки з кутом обхвату 130° і відбійний бітер. Додатково в МСП включено домолачувальний пристрій, розташований на лівій панелі молотарки, приймальний бітер відсутній.

Однією з ключових проблем при збиранні рису є висока вологість викосуваної маси. Умовна вологість зерна та інших частин рослин становить 14-15%, але перевищення цього показника призводить до утворення вільної води, самозігрівання та псування зерна. Під час збирання вологість зерна часто перевищує умовну, коливаючись від 11 до 50%.

Збирання хлібів з високою вологістю призводить до великих втрат від недомолоту, виходу зерна разом із соломною, а збирання пересушеної хлібної маси збільшує ризик дроблення зерна та подрібнення соломи, що негативно впливає на якість насіння[5]. Експериментально доведено, що ступінь дроблення залежить від маси, розмірів та вологості насіння, кількості та швидкості ударів, а також від матеріалу робочих органів. Більші насіння зазвичай піддаються більш сильному пошкодженню, ніж менші.

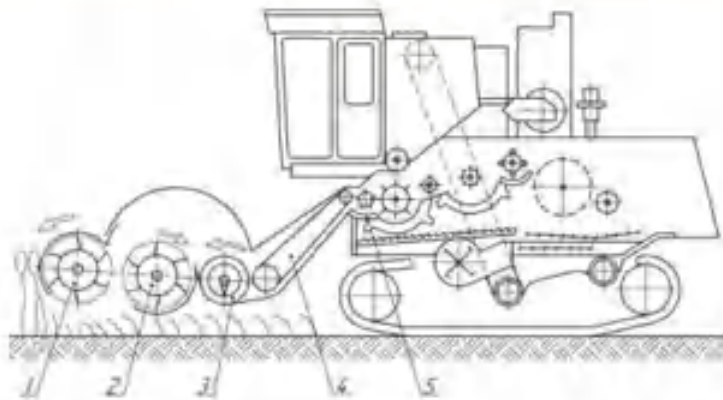
Шар хлібної маси, що надходить на днище, піддається механічному впливу коливань, що призводить до розшарування шару маси та покращеної сепарації вільного зерна з верхніх шарів у нижні.

Завдяки контакту шару маси з решітчастим днищем, в результаті підпружинювання його в напрямку транспортера, зерно легко виділяється з його нижніх шарів.

Цей процес активної дії механічних коливань решітчастого днища на шар хлібної маси повторюється по всій площі днища. Пройшовши крізь решітчасте днище зерновий ворох подається на очищення, минаючи молотильну камеру, а колосова частина врожаю, що залишилася, на обмолот [5,6].

До недоліків технічних рішень відносяться надмірна складність та

громіздкість конструкції похилої камери. Варіант розробок забезпечує попередню сепарацію вільного зерна на криволінійних сепаруючих решітках, які змонтовані перед молотилкою (рис. 2) [5,6].

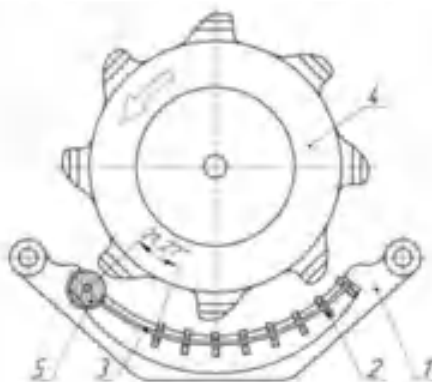


**Рис. 2. Комбайн для збирання зернових культур на корені: 1 – подаючий барабан; 2 – очисний барабан; 3 – шнек; 4 – похила камера; 5 – сітчасті ґрати** Вільне зерно, пройшовши крізь отвори решітки надходить на транспортну дошку і далі подається на очищення, минаючи молотильну камеру.

Одним з недоліків даного ряду розробок є те, що при роботі комбайна не виключена ймовірність забивання отворів решітки сепаруючого приймального бітера компонентами обчесаного зернового вороху [5,6]. Це знижує ефективність процесу попередньої сепарації вільного зерна і спричиняє його надходження в молотильну камеру.

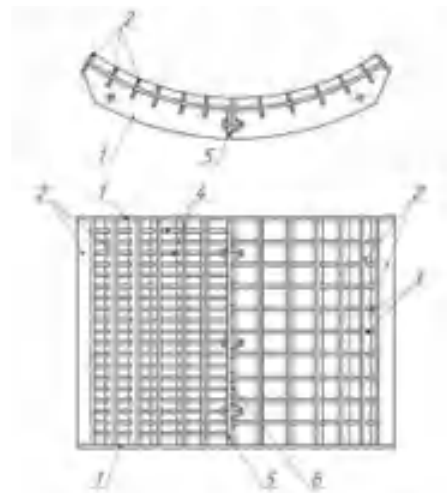
В результаті цього істотно збільшується дроблення вільного зерна робочими органами молотилки і винесення його значної частини в соломотряс. Все це сприяє зростанню втрат урожаю.

Наступна група технічних рішень зосереджена на сепарації вільного зерна у молотильній камері зернозбирального комбайна. Як правило, це досягається двома способами: або шляхом розрядження між поперечними планками підбарабання на вході в молотильну камеру (рис. 3), або збільшенням «живого перерізу» між поздовжніми прутками дека на виході з неї (рис. 4) [6].



**Рис. 3. Дека молотильного пристрою: 1 – боковина; 2 – поперечна планка; 3 – поздовжній пруток; 4 – молотильний барабан; 5 – еластична втулка.**





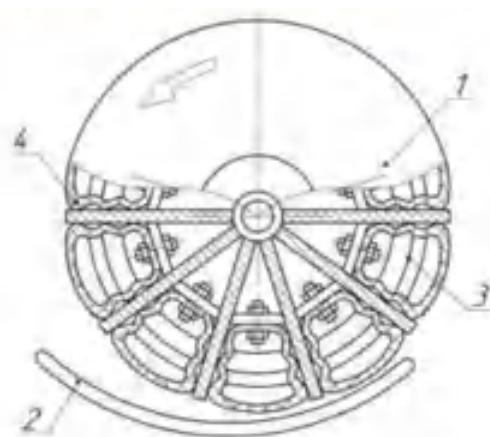
*Рис. 4. Дека молотильного пристрою: 1 – боковина; 2 – поперечні планки; 3 – довгі прутки; 4 – короткі прутки; 5 – гребінка; 6 – гребінь.*

Перший спосіб спрямований на сепарацію вільного зерна в передній половині підбарабаня, а обмолот залишеної хлібної маси, відбувається в його задній частині [5-7]. Наявність еластичної втулки забезпечує пом'якшення удару бичів по колосу та вільному зерну, що сприяє зниженню його травмування.

Другий спосіб сепарації реалізується під час роботи молотильного пристрою з перезволоженими хлібами, коли відбувається забивання передньої половини дека внаслідок зменшеного кроку між прутками.

Задня половина підбарабаня за рахунок збільшеного «живого перерізу» не забивається, внаслідок чого вільне зерно у цій зоні має можливість пройти крізь його поздовжні прутки і вступити спочатку на транспортну дошку, а потім на очищення [5-7].

Однак, внаслідок того, що сепарація вільного зерна відбувається безпосередньо в молотильній камері зернозбирального комбайна, пропускну здатність молотильного пристрою знижена [6]. Крім того, не виключена можливість пошкодження вільного зерна робочими органами молотарки. Зменшити пошкодження вільного зерна покликані молотильні пристрої, робочі органи (бичі) яких виконують повністю з пружного матеріалу або частково гумовими (рис. 5).



*Рис. 5. Молотильне пристрій: 1 – молотильний барабан; 2 – дека; 3 – гофровані секційні камери; 4 – бичі.*

Принцип дії таких молотильних пристроїв заснований на тому, що його робочі органи обмолочують хлібну масу в більш дбайливому режимі. Однак, в результаті того, що хлібна маса, яка надходить від адаптера, містить до 85% вільного зерна, істотно знижується здатність обмолочуючого пристрою [6,7]. Крім того, як і раніше, не виключена можливість пошкодження вільного зерна робочими органами молотарки..

Якість функціонування молотильного апарата визначається частотою ударів бильної системи по масі зерна та її інтенсивністю обробки. Отже, важливо регулювати швидкість обертання барабана та встановлені проміжки між билами барабана та підбарабанням на вході та виході [7].

Швидкість обертання барабана, яка знаходиться в діапазоні 512—954 обертів за хвилину, регулюється за допомогою гідروفікованого клинопасового варіатора, керованого з кабіни оператора через гідропривід. Контроль за швидкістю обертання здійснюється за допомогою електронного показника на панелі приладів.

Під час комплектації комбайна редуктором для зниження частоти обертання барабана або спеціальним ланцюговим приводом із змінними зірочками, діапазон регулювання становить 210—420 обертів за хвилину [6-7]. Цей діапазон встановлюється при встановленні гідростатичних систем.

Зазори між билами барабана і підбарабанням, що на вході можуть бути від 14 до 60 мм, а на виході - від 1 до 58 мм, регулюються за допомогою важеля механізму керування підбарабанням.

Для забезпечення нормальних умов роботи на заводі встановлено такі зазори: на вході – 18 мм, на виході – 2 мм. Ці зазори коригуються шляхом зміни довжини тяг підвіски підбарабання: передньої тяги 5 до розміру 572 мм і задньої тяги 6 до розміру 754 мм. Важливо, щоб поділки шкали 18 збігалися зі стрілкою 17 покажчика [7].

Контроль за зазорами здійснюється через спеціальні люки, розташовані на боковинах корпусу молотарки.

**Висновки.** Удосконалення технологій і технічних засобів для збирання зернових та бобових культур є ключовим фактором підвищення ефективності сільського господарства. Сучасні комбайни та жатки значно знижують втрати врожаю, скорочують витрати пального та праці, а також підвищують якість обмолоту. Впровадження новітніх машин дозволяє збільшити продуктивність збирання, зменшити пошкодження зерна і знизити собівартість виробництва на 25-30%. Тому інноваційні рішення в галузі агротехніки є надзвичайно актуальними для сільськогосподарського сектору.

### Список використаної літератури

1. Кравчук В. Занько М. *Зернові жатки сучасних комбайнів: конструкційні особливості та експлуатаційні показники. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Вип. 24 № 38. 2019. С. 176-185.*

2. Сегмент ножа жатки комбайна Claas. веб-сайт. URL: [https://agrovik.ua/uk/zhatka-mf/2071-segment-nozha-zhatki-kombajna-claas-nasichka-na-vse-tilo-rasspe-.html?ars\\_id\\_product=2071&rewrite=segment-nozha-zhatki-kombajna-claas-nasechka-na-vse-telo-rasspe](https://agrovik.ua/uk/zhatka-mf/2071-segment-nozha-zhatki-kombajna-claas-nasichka-na-vse-tilo-rasspe-.html?ars_id_product=2071&rewrite=segment-nozha-zhatki-kombajna-claas-nasechka-na-vse-telo-rasspe) (дата звернення 24.09.2024)

3. Розробка і розрахунок жатки комбайна. веб-сайт. URL: <https://ua-referat.com/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D> (дата звернення 24.09.2024)

4. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник Київ: Каварела. 2018. 552с.

5. Цизь І.Є. Конструювання і розрахунок сільськогосподарських машин: навч. посіб. Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2016. 172 с.

6. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.

7. Кононеко М. П. Техніко-економічні аспекти використання зернозбиральних комбайнів. Агроном. 2006. № 3. С. 46-48.

**Ігор ШКВАРИЛО<sup>13</sup>**,  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В АПК**

***Анотація.** У статті розглядаються альтернативні джерела енергії як ключовий елемент у забезпеченні енергетичної безпеки та екологічної стійкості. Визначено основні типи альтернативних джерел енергії, включаючи сонячну енергію, вітрову енергію, гідроенергію, геотермальну енергію, а також біомасу. Проаналізовано переваги різних видів альтернативних джерел енергії, зокрема біопалива, які є економічно вигідними і екологічно чистими. Обговорюються виклики, пов'язані з непостійністю вироблення енергії та високими початковими витратами на технології.*

***Ключові слова:** альтернативні джерела енергії, сонячна енергія, вітрова енергія, біопаливо, економічна ефективність.*

***Annotation.** The article considers alternative energy sources as a key element in ensuring energy security and environmental sustainability. The main types of alternative energy sources are identified, including solar energy, wind energy, hydropower, geothermal energy, and biomass. The advantages of various types of*

---

<sup>13</sup>Науковий керівник – Труханська О.О., к.т.н, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

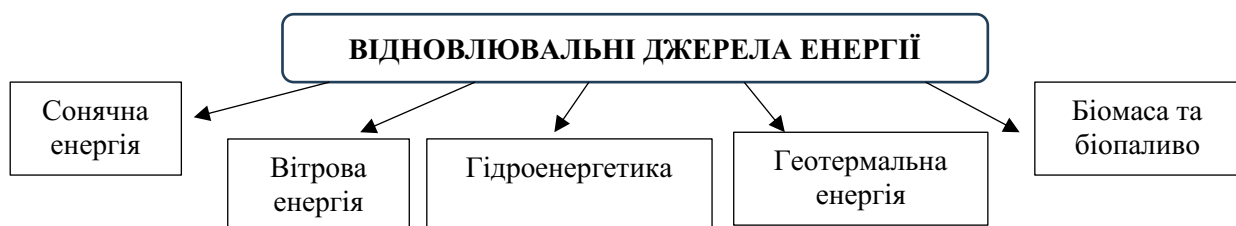
*alternative energy sources, in particular biofuels, which are economically beneficial and environmentally friendly, have been analyzed. Challenges related to the unsustainability of energy production and the high initial costs of the technology are discussed.*

**Keywords:** *alternative energy sources, solar energy, wind energy, biofuels, economic efficiency.*

**Вступ.** Альтернативні джерела енергії стають все більш актуальними в умовах зростаючого попиту на енергію та необхідності зменшення впливу на навколишнє середовище. Вони включають різноманітні поновлювані ресурси, які можуть замінити традиційні викопні пального, такі як нафта, газ і вугілля. Використання альтернативних джерел енергії має вирішальне значення для сталого розвитку України, включаючи розвиток економіки, сільського господарства та країни в цілому. З огляду на перехід України до ринкової економіки, використання альтернативних джерел енергії стає особливо актуальним і важливим. На особливу увагу заслуговує сфера енергетичного самозабезпечення підприємств за рахунок використання біопалива. Це пов'язано з тим, що вартість традиційних джерел енергії в Україні постійно зростає, що негативно впливає на собівартість виробництва та кінцевої продукції [1].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Питання енергетичної безпеки та екологічної стійкості набувають все більшої актуальності. Традиційні джерела енергії, такі як вугілля, нафта та природний газ, мають значний негативний вплив на навколишнє середовище, виснажуються і стають менш доступними. У зв'язку з цим альтернативні джерела енергії стають ключовим елементом глобальних зусиль для досягнення енергетичної незалежності та зменшення викидів парникових газів. Альтернативні джерела енергії не є традиційними, такими як нафта, газ і вугілля. АДЕ включають в себе відновлювані джерела енергії (ВДЕ), такі як сонячна, вітрова, гідроенергія, геотермальна енергія та біомаса, а також невідновлювані джерела енергії, такі як ядерна енергія та енергія океану [1, 2].

Використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії дозволяє вирішувати стратегічно важливі національні завдання, такі як зменшення забруднення навколишнього середовища, енергетична безпека та незалежність від імпортованих енергоресурсів, розвиток сільських територій, розширення сільськогосподарського виробництва та пов'язаного з ним попиту, створення нових робочих місць і, як наслідок, збільшення національних фінансових надходжень (рис. 1).



**Рис. 1.** Класифікація відновлювальних джерел енергії

У сучасному світі залежність від традиційних джерел енергії, таких як вугілля, нафта та газ, спричиняє серйозні кліматичні та екологічні проблеми. Як наслідок, все більше уваги приділяється розвитку більш стійких та екологічно чистих альтернативних джерел енергії [1, 4].

Сонячна енергія - одне з найдоступніших і найпопулярніших альтернативних джерел енергії. Сонячна енергія використовується для виробництва електроенергії в найбільш сонячних регіонах земної кулі. Сонячні панелі можуть бути встановлені на дахах житлових і комерційних будівель, а також на сонячних електростанціях. Сьогодні існують технології, які дозволяють використовувати сонячні панелі в районах з коротким світловим днем і навіть взимку. Надлишок накопиченої сонячної енергії можна також зберігати в акумуляторах великої ємності. Сонячна енергетика вважається однією з ключових технологій відновлюваної енергетики, яка може значно скоротити використання традиційних джерел енергії та сприяти створенню сталої енергетичної системи [1, 7].

Вітрова енергія - ще одне ефективне джерело енергії. Використання енергії вітру дозволяє зменшити викиди парникових газів і знизити витрати на електроенергію. Вітрові електростанції встановлюють на відкритих територіях, у прибережних зонах і на морських платформах, де вітер сильний і стабільний. Електроенергія, вироблена вітрогенераторами, популярна серед широкого кола споживачів, від домогосподарств до промислових компаній.

Використання АДЕ в аграрному секторі в Україні має значний потенціал для розвитку. В Україні щорічно утворюється близько 100 млн тон агробіомаси, яка може використовуватися для виробництва біопалива. Крім того, в Україні є значні ресурси сонячної та вітрової енергії, які можуть використовуватися для генерації електроенергії [3].

Виробництво палива та енергії є ключовими галузями економіки, які забезпечують енергетичну незалежність країн та підтримують розвиток інших секторів. Розглянемо динаміку виробництва (рис. 2).

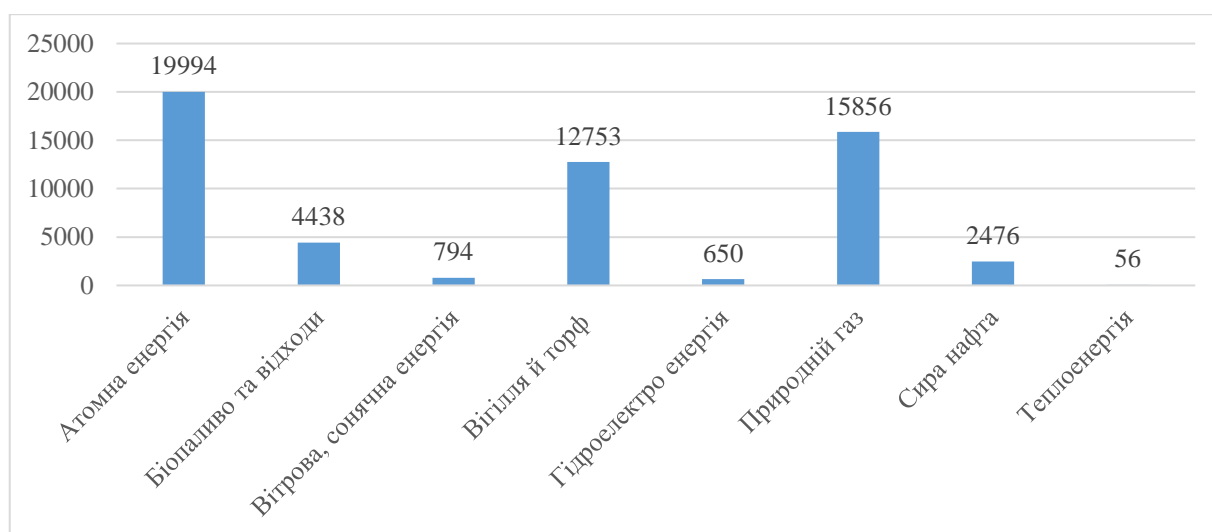


Рис. 2. Виробництво палива та енергії за 2020 рік, тис. тон нафт. еквіваленту [3].

Одним із ефективних і дешевих альтернативних джерел енергії є біогаз. Використання біогазу є дуже привабливим з економічної точки зору, не кажучи вже про екологічні переваги. Якщо його можна постачати з місцевих свиноферм, немає потреби витратити додаткові кошти на будівництво газопроводів до віддалених сіл [4].

Технологія отримання біогазу є дуже простою: гній, сміття, соломку, листя завантажують у бетонні ємності або колодязі будь-якого розміру. Контейнери повинні бути щільно закриті, щоб запобігти доступу кисню. Гази, що утворюються під час ферментації, або відводяться в приймальний пристрій, або спрямовуються безпосередньо в газову плиту [4, 6].

Рідкі або напіврідкі органічні відходи з різних галузей сільського господарства та переробної промисловості можуть бути використані як сировина для виробництва біогазу. Ці відходи включають екскременти тваринництва, рослинні залишки (наприклад, соломку, верхню траву і траву, що не використовується як корм) і осад стічних вод від тваринництва і птахівництва.

Біомаса та біопаливо - це два альтернативні джерела енергії, які здобули популярність в останні роки. Біомаса визначається як будь-який органічний матеріал, який може бути використаний як джерело палива. Це деревина, сільськогосподарські відходи та гній від тварин (рис. 3). Біопаливо - це вид палива, що виробляється з біомаси. До найпоширеніших видів біопалива належать біодизель, етанол та біогаз [5].

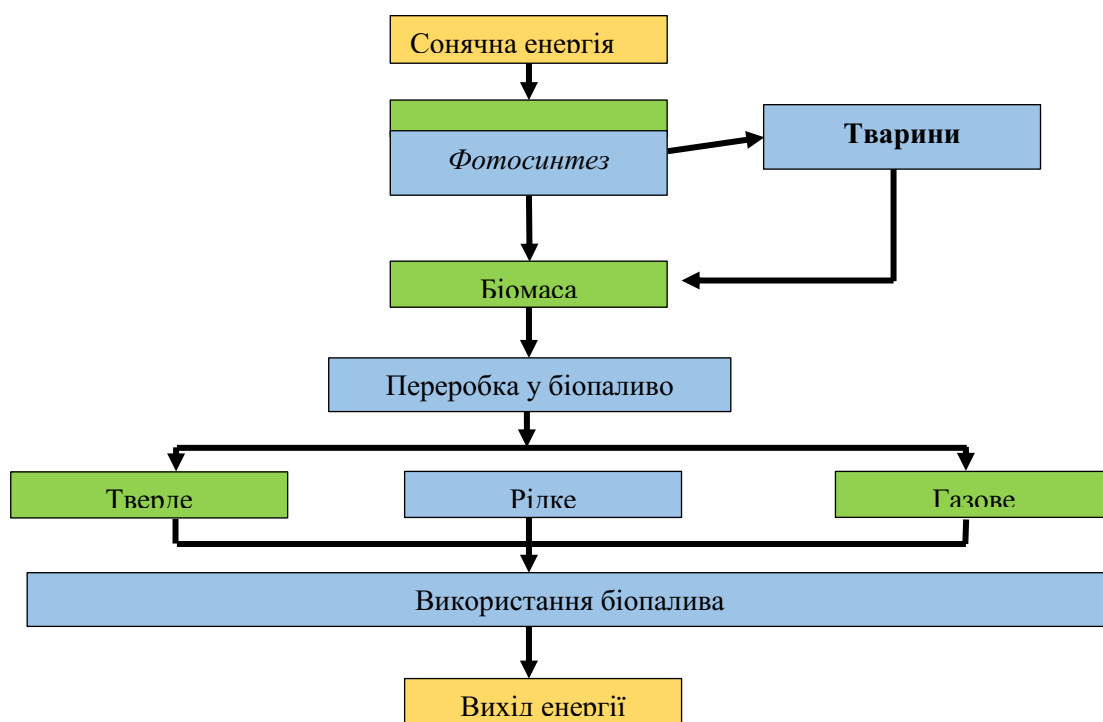


Рис. 3. Графічне зображення утворення біопалива [1]

Біомаса та біопаливо є привабливими альтернативними джерелами енергії, тому що вони є відновлюваними і не виділяють вуглекислого газу. Відновлювані джерела енергії не виснажують викопні ресурси і можуть природним чином поповнюватися з часом. Вуглецево-нейтральні джерела енергії не впливають на

глобальне потепління та зміну клімату, оскільки не виділяють вуглекислий газ в атмосферу при спалюванні для виробництва енергії [4].

Крім того, що біомаса та біопаливо є регенеруючим джерелом енергії, яке не містить викидів вуглекислого газу, вони відносно дешеві порівняно з іншими джерелами енергії, такими як викопне паливо та ядерна енергетика. Це робить їх привабливим варіантом як для великого масштабу промисловості, так і для дрібного побутового використання.

Біопаливо в основному використовується на транспорті у вигляді біодизеля та етанолу, які можна додавати до звичайних видів палива. Вони також використовуються для виробництва електроенергії та тепла на спеціальних електростанціях. Розглянемо основні переваги та недоліки біопалива.

Переваги використання біопалива:

- Відновлюваність. Біопаливо виробляється з відновлюваної органічної речовини за допомогою сівозміни та інших сільськогосподарських практик.

- Зниження викидів. Використання біопалива може зменшити викиди парникових газів у порівнянні з традиційними видами палива.

- Використання відходів. Біопаливо можна виробляти з відходів і залишків сільського та лісового господарства.

Недоліки використання біопалива:

- Вплив на виробництво їжі. Вирощування рослин для біопалива може конкурувати з вирощуванням продуктів харчування, що призводить до зростання цін на продукти харчування та їх доступності.

Потреба в великих земельних площах. Вирощування біопалива вимагає великих площ землі, що впливає на земельні ресурси та біорізноманіття.

Енергозатрати на виробництво. Виробництво біопалива потребує значних енергетичних ресурсів, особливо для переробки та транспортування сировини.

З економічної точки зору, альтернативні джерела енергії можна розглядати як ефективний засіб стимулювання інновацій та ділової активності в національній економіці, створення додаткових робочих місць і формування нових важливих джерел доходів від імпорту обладнання [5-7].

Крім того, розвиток нових технологій, таких як воднева енергетика та системи зберігання енергії, може кардинально змінити глобальний енергетичний ландшафт. Інноваційні рішення дозволять не тільки знизити залежність від викопного палива, але й забезпечити стійке економічне зростання.

З розвитком технологій та зростанням усвідомлення екологічних проблем альтернативні джерела енергії набирають популярності. Інвестиції у дослідження та розробки в цій сфері можуть призвести до нових досягнень у ефективності та доступності цих технологій.

**Висновки:** Альтернативні джерела енергії відновлювані та економічно вигідні способи виробництва енергії, які впливають на глобальний енергетичний ринок. Альтернативні джерела енергії відіграють важливу роль у розвитку сталої енергетики. Вони не лише зменшують негативний вплив на навколишнє середовище, але й сприяють сталому розвитку та енергетичній безпеці. Розуміння переваг і недоліків кожного альтернативного джерела енергії є

ключем до вибору найбільш ефективного та раціонального енергетичного майбутнього.

### Список використаних джерел

1. Гончарук І. В. Кластеризація виробництва біопалив у формуванні енергетичної незалежності агропромислового комплексу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. № 19-20. С. 64-73.
2. Калетнік Г.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: навч. посібник. К: Аграрна наука, 2010. 327 с.
3. Державна служба статистики. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 18.09.2024).
4. Калетнік Г.М. Виробництво та використання біопалив в Україні: економетричні підходи, моделювання. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2018. № 9 (39). С. 7-23.
5. Анісімов В.Ф., Труханська О.О., Швець Л.В. Розпізнавання технічного стану автотракторних дизелів по малих відхиленнях пара метрів: монографія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ТВОРИ, 2022. 176 с.
6. Когут-Ференс О.І. Світовий ринок енергетики: сучасний стан. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2022. Вип. 13. С. 30-36.
7. Осіна А.В. Альтернативні джерела енергії. *Міжнародний журнал прикладних наук та технологій «Integral»*. 2018. № 2. С. 102-105.

**Максим СТЕПАНЕНКО<sup>14</sup>,**

студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФЕРМЕРСТВІ

**Анотація:** У статті розглянуто систему автоматизації фермерства. Проаналізовано переваги та недоліки автоматизації, її вплив на підвищення продуктивності, зменшення затрат та фізичної праці. Автоматизація є важливою галуззю, яка сприяє розвитку і продуктивності сільськогосподарському сектору. Впровадження цих новаторських технологій допомагає мінімізувати людську працю, забезпечити високу продуктивність, а також дозволять досягти точності у виконанні завдань, проводити усі процеси якісно та своєчасно.

**Ключові слова:** автоматизація, ефективність, якість, точність, розвиток, продуктивність, мінімізація.

---

<sup>14</sup>Науковий керівник – Труханська О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу



**Annotation:** The article discusses the farming automation system. The advantages and disadvantages of automation, its impact on increasing productivity, reducing costs and physical labor are analyzed. Automation is an important industry that contributes to the development and productivity of the agricultural sector. The implementation of these innovative technologies helps to minimize human labor, ensure high productivity, and also allow to achieve accuracy in the performance of tasks, to carry out all processes in a high-quality and timely manner.

**Key words:** husbandry, automation, efficiency, quality, accuracy, development, productivity, minimization.

**Вступ:** Ефективний розподіл води, добрив, засобів захисту рослин, раціональне використання людського ресурсу, економія часу - все це дозволить реалізувати автоматизація ферми.

Автоматизація в сільському господарстві відіграє важливу роль у вирощуванні та обробці сільськогосподарської продукції. Однак, повна інтеграція автоматизованих рішень у фермерські господарства стикається з рядом викликів, таких як висока вартість впровадження нових технологій, необхідність підготовки спеціалістів для роботи з ними та адаптація існуючих інфраструктур. Проаналізуємо вплив автоматизації на проведення сільськогосподарських робіт, дрони, системи поливу та годування, а також способи зменшення впливу на навколишнє середовище.

Метою є впровадження в сільському господарстві новітніх технологій, які дозволяють значно скоротити фізичні зусилля і багаторазово збільшити продуктивність шляхом автоматизації всіх процесів.

**Виклад основного матеріалу:** Процеси атоматизації ферми допомагають вирішувати безліч завдань. При застосуванні інноваційної роботизованої техніки, варто відзначити точність роботи таких пристроїв. Різноманітні датчики дозволяють досягати точності у виконанні завдань, проводити всі процеси якісно та своєчасно [1].

Більш того, автоматичні пристрої здатні працювати необмежену кількість часу для виконання поточних завдань. Так, на відміну від людини, робот не може втомитися, захворіти або взяти лікарняний.

Серед основних переваг автоматизації для фермерів є:

- приховані можливості – якщо фермер має дану систему, то усі робочі процеси є доступними і зручними для банківської роботи;
- можливість дистанційного контролю;
- зменшення кількості людської робочої сили на 10-15;
- економічна вигода.

Автоматизація збільшує коефіцієнт використання часу, зображуючи статистику, завдяки якій можна оптимізувати технологію вирощування,

покращуючи якість та кількість врожаю [2, 3].

Розмір інвестицій залежить від ряду факторів, включаючи величину установки, місце розташування господарства, доступні енергоносії й ціни на них, а також остаточний дизайн всієї установки.

Вдосконалення роботи сільськогосподарської техніки для автоматизації робіт у полі. Для оптимізації роботи на полях активно використовується нова с/г техніка, головною особливістю якої є підключення до спеціалізованих систем GPS-позиціонування. Завдяки цих функцій, кожен керівник підприємства має можливість відстежувати місцезнаходження техніки та ознайомлюватися з операцією, яку вона виконує в конкретний момент часу [3].

Особливо ефективним визнано використання GPS для трактора, адже встановлення даної системи у цій сільськогосподарській техніці, відкриває масу можливостей. Завдяки GPS трактор автоматично прокладає оптимальний маршрут по полю під час обробки землі, сівби або збирання врожаю, що допомагає уникнути перекриття та пропусків, зменшуючи витрати на паливе та зношення обладнання [4].

Картографування полів. Під час переміщення трактора по полю, відбувається автоматичний запис даних про місцевість, включно з інформацією про вологість та тип ґрунту, рельєф та інші параметри, яку можна використати для оптимізації обробки полів, поливу або внесення добрив [4].

Секційне управління обладнанням. GPS у тракторі може використовуватися для автоматичного управління включенням та вимиканням секцій обробних агрегатів, наприклад, розкидачів добрив або оприскувачів. Це допомагає уникнути перекриття та пересування обробних зон [4].

Окрім встановлення GPS-системи, проводяться і інші вдосконалення с/г техніки. Так, компанія Egritech постійно оновлює свою сільськогосподарську техніку, слідкуючи за усіма технічними новинками. Наприклад, бункери накопичувачі від Egritech вже сконструйовані таким чином, що ними самостійно може управляти водій трактора, і для роботи з бункером немає необхідності залучати додаткову людину (рис. 1 ) [1].



*Рис. 1. Бункери-накопичувачі перевантажувачі фірми Egritech [1]*

Основні види автоматизації у фермерстві включають:

1. Автономна техніка. Безпілотні трактори та комбайни можуть виконувати роботи без участі водія, наприклад, оранку, посів, обробку ґрунту та збирання врожаю. Дрони використовуються для моніторингу посівів, внесення добрив та пестицидів.

2. Роботизація. Роботизовані системи для збору врожаю, особливо для складних культур (ягоди, фрукти), які важко автоматизувати традиційними методами. Роботи для доїння у молочних господарствах, які автоматизують процес доїння корів.

3. Системи точного землеробства. Використання GPS-технологій, датчиків вологості та інших сенсорів для точного управління агротехнічними операціями, такими як посів, полив та внесення добрив.

Карти урожайності та карти ґрунтів дозволяють визначати найбільш оптимальні зони для обробки.

4. Інтернет речей (IoT). Смарт-датчики на полях, що моніторять стан ґрунту, рівень вологості, температури, а також контроль рівня CO<sub>2</sub>, допомагають в управлінні фермерськими процесами в режимі реального часу. Системи управління поливом дозволяють точно налаштувати подачу води, економлячи ресурси та підвищуючи врожайність.

5. Автоматизація тваринництва. Системи автоматичного годування, що дозують корм залежно від потреб тварин. Моніторинг здоров'я тварин за допомогою сенсорів, які відстежують активність, вагу та загальний стан.

6. Агроінформатика. Використання Big Data для аналізу великих обсягів інформації з полів та тваринницьких комплексів з метою оптимізації виробничих процесів. Прогнозування врожайності та інших показників за допомогою штучного інтелекту.

Ці технології сприяють підвищенню продуктивності, зменшенню використання ресурсів та поліпшенню якості продукції [2, 7]

Агродрони впроваджуються для автоматизації процесів вирощування та обробки сільськогосподарської продукції, можуть виконати завдання такі як, посів, збір врожаю та обробка ґрунту. Вони працюють безперервно та без втоми, що дозволяє збільшити продуктивність та знизити витрати на робочу силу (рис. 2) [7].



*Рис. 2. Квадрокоптер, дрон MC-25Pro+ для обрискування полів [7]*

Автоматизація в сільському господарстві також включає в себе використання систем поливу та годування. Сучасні системи поливу можуть регулювати кількість води, що подається до полів, в залежності від потреб рослин та погодних умов. Це допомагає зменшити витрати води та забезпечити ефективність поливу.

Система підгодування рослин використовується для точного внесення добрив та різних хімічних речовин в ґрунт. Це дозволяє оптимізувати вирощування культур та підвищує врожайність. Крім цього, ця автоматизація допомагає зменшити забруднення навколишнього середовища, оскільки добрива та хімічні речовини подаються точно та в обмежених кількостях (рис. 3) [4].



*Рис. 3. Поливна система [4]*

Автоматизація в сільському господарстві також сприяє зменшенню впливу на навколишнє середовище. Використання точних систем поливу та годування дозволяє знизити витрати ресурсів, таких як вода та добрива. Це сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню забруднення ґрунту та водних джерел.

Дрони та сільськогосподарські роботи допомагають вирощувати більше продукції на менших площах, що дозволяє зберегти природні екосистеми та земельні ресурси. Таким чином, автоматизація в сільському господарстві сприяє сталому та екологічно безпечному вирощуванню продукції.

**Висновок:** Автоматизація фермерства відкриває нові можливості для підвищення ефективності та продуктивності аграрних підприємств. Використання сучасних технологій, таких як роботизація, штучний інтелект, інтернет речей та безпілотні літальні апарати, дозволяє значно оптимізувати

виробничі процеси, мінімізувати вплив людського фактора та зменшити витрати ресурсів. В результаті впровадження таких технологій підвищується якість продукції, скорочуються втрати врожаю, поліпшується контроль за станом посівів та тварин, що в цілому сприяє сталому розвитку сільського господарства.

Таким чином, автоматизація фермерства є важливим кроком до майбутнього сільського господарства, де ефективність, екологічність та інноваційність стають ключовими факторами успіху.

### Список використаної літератури

1. Бункери-накопичувачі перевантажувачі фірми Egritech. URL:[https://egritech.org/wp-content/uploads/2020/11/1080\\_1080\\_BNP](https://egritech.org/wp-content/uploads/2020/11/1080_1080_BNP) (дата звернення 11.09.2024р. )
2. Сільськогосподарська автоматизація для ефективності. URL:<https://ua.kinsealhmi.com/info/agricultural-automation-for-efficiency-99296518.html> (дата звернення 11.09.2024р.)
3. Напрями розвитку машин для підготовки і внесення добрив. Сільськогосподарські машини: електронний посібник. URL: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/2/2.htm#%D1%94215> (дата звернення 12.09.2024).
4. Внесення гербіцидів за допомогою БПЛА: веб-сайт. URL: <https://roboticagrosystems.com/vnesennya-dobriv/>(дата звернення 12.09.2024).
5. Холодюк О. В. Глобальні навігаційні супутникові системи та їх роль у технологіях точного землеробства. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*: науковий журнал. Вінниця. 2020. № 2 (109). С. 71-87 (дата звернення 13.09.2024).
7. Вдосконалення агротехніки та автоматизація робіт у полі: вебсайт. URL: <https://egritech.org/uk/korisna-informaciya/vdoskonalennya-agrotehniky-ta-avtomatyzacziya-robit-u-poli/> (дата звернення 11.09.2024р.)

**Анатолій ТИЩЕНКО<sup>15</sup>,**  
Студент 4-го курсу,  
Інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький Національний Аграрний Університет  
Вінниця, Україна

## МІЖНАРОДНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАКТОРІВ

***Анотація.** Ця стаття присвячена аналізу існуючих систем класифікації тракторів, проблематику різних стандартизацій та класифікацій одних і тих же машинотракторних агрегатів, апошуку шляхів створення єдиної міжнародної системи котра б могла проводити регулювання та стандартизацію агрегатів для покращення їх підбору у різних цілях для застосування. Розглянута проблематика створення організації а також методи досягнення цілі її створення.*

***Ключові слова:** класифікація тракторів міжнародна система класифікації, роль міжнародних організацій, проблеми, перспективи.*

***Annotation.** This article is devoted to the analysis of existing tractor classification systems, the problems of different standardizations and classifications of the same machine-tractor units, and the search for ways to create a single international system that could regulate and standardize units to improve their selection for different purposes of use. The problems of creating an organization and methods of achieving the goal of its creation are considered.*

***Keywords:** classification of tractors, international classification system, role of international organizations, problems, prospects.*

***Вступ.** Трактори – це невід’ємна частина сучасного сільського господарства. Їх різноманіття та постійний розвиток технологій вимагають чіткої та зрозумілої системи класифікації. Міжнародна класифікація тракторів є важливим інструментом для виробників, продавців, покупців та дослідників. Вона дозволяє порівнювати різні моделі, вибирати оптимальний варіант для конкретних завдань та сприяє розвитку міжнародної торгівлі сільськогосподарською технікою. Незважаючи на важливість класифікації, досі не існує єдиної міжнародної системи, яка б охоплювала всі аспекти сучасних тракторів. Різні країни та виробники використовують власні системи класифікації, що ускладнює порівняння моделей та уповільнює розвиток галузі. Залежно від функціональності та особливостей конструкції трактори поділяються на категорії. Так покупцю простіше визначитися з моделлю, яка підійде для виконання конкретних робіт.*

***Виклад основного змісту.** Робота з сільськогосподарською спецтехнікою передбачає наявність знань про її конструкцію, функціональні особливості та*

---

<sup>15</sup>Науковий керівник – Рябошапка В.Б. к.т.н., ст. викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

сферу застосування. Класифікуються трактори за типом ходової системи. Розрізняють колісні моделі, що рухаються за допомогою коліс, гусеничні (пересуваються на гусеничних стрічках) та напівгусеничні – пристрої, оснащені гусеницями та колесами одночасно.

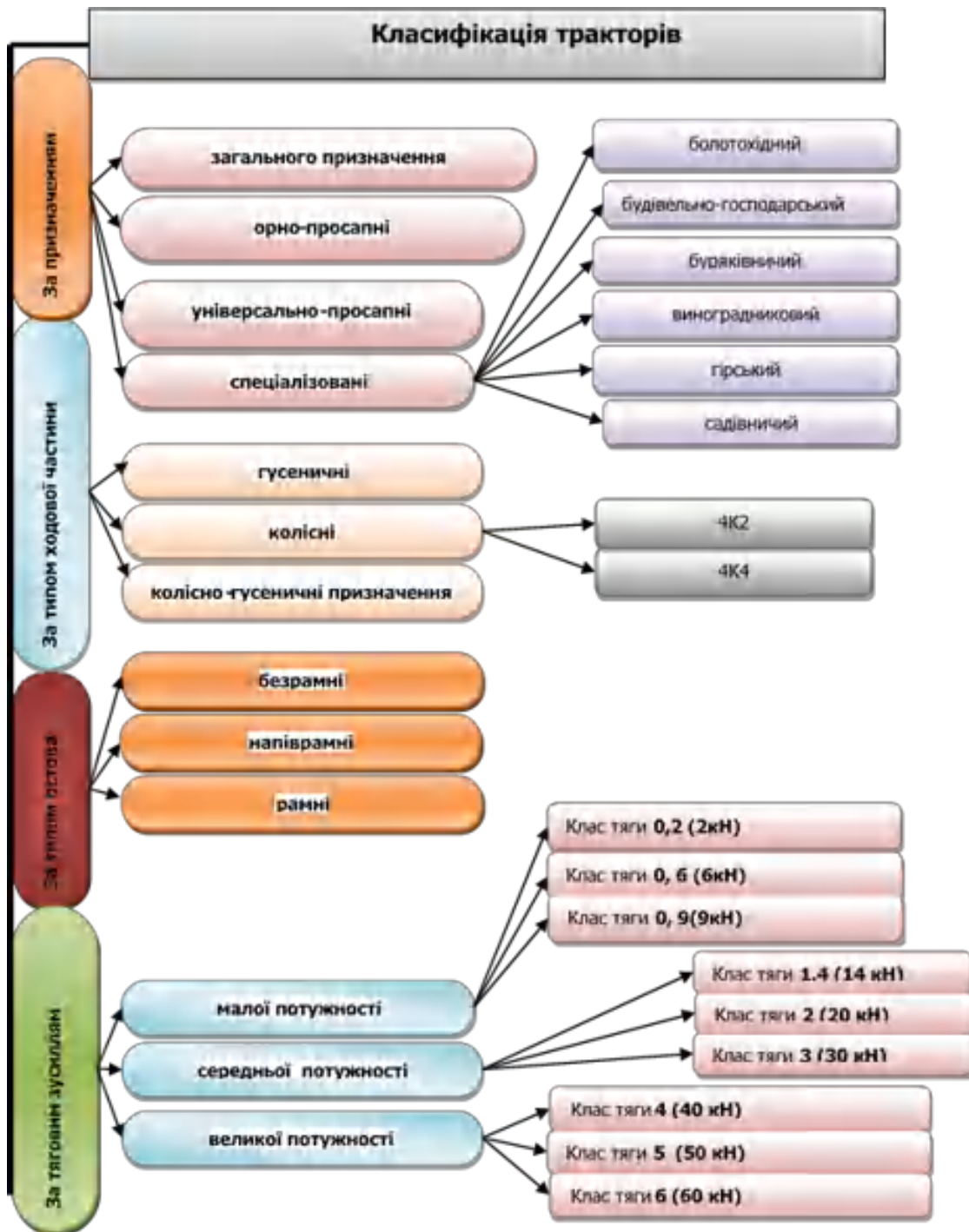


Рис. 1. Класифікація тракторів

Колісні трактори(рис. 2) належать до групи універсальних транспортних засобів, де тяга забезпечується завдяки обертанню коліс. З їхньою допомогою можна переміщати або приводити в дію різні механізми, гармати та інші машини – візки, причепа, сівалки. Можуть їздити як польовими, так і автомобільними

дорогами. Зчеплення з ґрунтом нижче, ніж у спецтехніки з гусеничною ходовою: у надто м'якій та вологій землі колеса буксують. Можуть бути три-, чотири-, шести-, восьмиколісними. Машини із трьома колесами використовуються на полях, де потрібно обережно ходити у міжряддях. У колісних моделях розрізняють провідні колеса (зазвичай задні), яким передається рух від мотора, і керовані (передні), що задають напрямок. Існують агрегати, у яких обидві пари коліс провідні: у такому разі вони належать до механізмів з підвищеною прохідністю.



*Рис. 2. Колісний трактор CLAAS Axion 950*

Гусеничну спецтехніку використовують для пересування по м'якій поверхні, якою не може проїхати транспорт на колесах. На гусеничній пристрій рівномірно розподіляється вага механізму, тому такий трактор не шкодить ґрунту. Відрізняються дані моделі підвищеною силою тяги, але мають один недолік: вони не можуть пересуватися автомобільними дорогами, оскільки руйнують асфальтове покриття. Гусеничний механізм складається з остова, рушія та підвіски.

Напівгусеничний транспорт – транспорт, в якому одночасно застосовуються і гусениці, і колеса. Гусеничний рушій встановлюється на провідний міст для підвищення прохідності трактора по зораному ґрунту або снігові. Такі агрегати доцільно використовувати у місцях, де транспорт на колісному ході може буксирувати та залишати глибоку колію у ґрунті. Застосування машин з різними ходовими механізмами спрощує та прискорює виконання польових робіт у специфічних умовах.

Функціонування агросектору неможливе без застосування сільськогосподарської техніки. Йдеться про гусеничну або колісну техніку, яку



використовують для штовхання, навішування сільськогосподарських машин або буксирування причіпних сільськогосподарських механізмів. Вирізняють такі підвиди:

- орні – для обробки цілини за допомогою причіпних пристроїв: плугів, культиваторів, борін;
- просапні та орно-просапні – мають вузькі колеса (для пересування міжряддям), щоб не пошкодити рослини, обробляють переорану землю;
- транспортні – механізми з'єднуються із різними причепами для перевалки вантажів;

ЖКГ-спецтехніка (обслуговує комунальні господарства) – щітками та іншими допоміжними насадками чистить тротуари, паркові зони, узбіччя доріг; спеціальні – характеризуються вузькопрофільною функціональністю, зазвичай їх використовують у певних, специфічних умовах або у процесі роботи з конкретними сільськогосподарськими культурами. Трактори, що застосовуються в аграрній сфері, залишаються найпопулярнішим видом техніки, оскільки підвищують продуктивність та ефективність польових робіт.

Проблеми та перспективи розвитку міжнародної класифікації тракторів. Проблеми уніфікації полягають у різноманітності національних стандартів. Кожна країна має свої власні стандарти та критерії для класифікації тракторів, що ускладнює створення єдиної системи. Наприклад, в ЄС можуть використовувати одні показники, а в США – інші. Також однією з проблем цього напрямку є відсутність єдиної термінології. Часто різні країни та виробники використовують різні терміни для позначення одних і тих же характеристик тракторів. Це призводить до непорозумінь та ускладнює порівняння моделей. До цього списку також відноситься і складність врахування всього різноманіття моделей. Сучасні трактори дуже різноманітні за своїми характеристиками від невеликих садових тракторів до потужних сільськогосподарських машин. Створити єдину систему, яка б охопила всі ці моделі, є складним завданням.

Перспективи гармонізації. Є велика необхідність створення єдиної системи. Це повинна бути єдина міжнародна система класифікації котра дозволить спростити торгівлю тракторами, порівняння моделей, а також сприятиме розвитку інновацій. Перевагами уніфікованої системи є прозорість. Споживачі зможуть легко порівнювати характеристики різних моделей тракторів також це по впливає і на ефективність: Виробники зможуть стандартизувати свої процеси та знизити витрати, вчені та дослідники зможуть співпрацювати, обмінюватися даними та результатами досліджень.

Підходи до розробки. Першою складовою є консенсус. Створення єдиної системи повинно відбуватись на основі згоди всіх зацікавлених сторін (країн, виробників, наукових організацій). Без компромісів також не обійтись. Доведеться здійснювати пошук компромісних рішень, які б задовольнили інтереси всіх учасників процесу.

Роль міжнародних організацій у створенні даної системи. ISO(рис. 3) та SAE(рис. 4). Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) та Об'єднання автотранспортних інженерів (SAE) відіграють ключову роль у розробці

стандартів для різних галузей, включаючи сільськогосподарську техніку.



*Рис. 3. Міжнародна організація стандартизації*



*Рис. 4. SAE International*

Регулярні зустрічі експертів на міжнародних форумах та конференціях дозволять обмінюватися досвідом, обговорювати проблеми та шукати спільні рішення. Вплив нових технологій також вплине на стандартизацію. Електрифікація що веде до переходу на електричні двигуни вимагає нових критеріїв класифікації, таких як ємність батареї, потужність зарядки. Автономні трактори також потребують додаткових характеристик, що описують рівень автономності, системи безпеки та навігації. Без уваги не можна залишати і цифровізацію котра веде до збільшення кількості електронних систем у тракторах та вимагає нових критеріїв для оцінки їх функціональності та сумісності.

Додаткові аспекти для детального розгляду такі як економічні наслідки котрі через відсутність єдиної системи можуть призводити до додаткових витрат на адаптацію технічної документації, сертифікацію та маркетинг. Регіональні особливості котрі полягають у кліматичних умовах, типах ґрунту та інших регіональних особливостях можуть впливати на вимоги до тракторів та, відповідно, на систему класифікації. Роль споживачів відіграє невід'ємну частину так як все більше користувачів зацікавлені в екологічно чистих та ефективних тракторах, що також впливає на формування вимог до системи класифікації.

Приклади конкретних розбіжностей у національних стандартах. Потужність двигуна: В одній країні потужність може вимірюватися в кінських силах, а в іншій – у кіловатах. Розміри шин - можуть бути різні системи позначення розмірів шин. Системи безпеки - вимоги до систем безпеки можуть відрізнятися в різних країнах.

Можливі сценарії створення єдиної системи. Поступове зближення: Країни поступово узгоджують свої стандарти, досягаючи консенсусу за окремими питаннями.

Створення нової міжнародної організації: Створення спеціалізованої організації, яка б розробила та підтримувала єдину систему класифікації.

Використання існуючих стандартів: За основу можна взяти вже існуючі стандарти, такі як ISO, і доповнити їх необхідними елементами.

**Висновок.** Проведене дослідження підтвердило актуальність питання міжнародної класифікації тракторів. Відсутність єдиної системи ускладнює міжнародну торгівлю, уповільнює розвиток технологій та унеможлиблює точне порівняння різних моделей. Аналіз існуючих систем класифікації показав, що вони мають як переваги, так і недоліки. Основними проблемами є відсутність єдиної термінології, різні критерії оцінки та складність врахування всіх особливостей сучасних тракторів. Для вирішення цих проблем необхідно розробити єдину міжнародну систему класифікації, яка враховуватиме як традиційні, так і нові критерії, такі як рівень автоматизації, екологічність та цифрові технології. Важливу роль у цьому процесі мають відіграти міжнародні організації, виробники тракторів та наукові установи.

### Список використаної літератури

1. Видитракторів за типом ходових систем . *Класифікація сільськогосподарських тракторів:* веб-сайт.

URL:<https://krupaik.com.ua/articles/klassifikacija-selskokhozjajjstvennykh-traktorov?srsltid=afmbooomqiunn5byilfrgxwaa7ubljwlv1p9uijajczxu9d-sh8lhbw> (дата звернення 01.09.2024).

2. Класифікація тракторів.: веб-сайт. URL: [https://budova-traktoriv.com.ua/Klasyfikaciia\\_traktoriv.html](https://budova-traktoriv.com.ua/Klasyfikaciia_traktoriv.html) (дата звернення 01.09.2024).

3. Сільськогосподарські трактори. *ТРАКТОР:* веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Трактор> (дата звернення 01.09.2024).

4. SAE International. *Society of Automotive Engineers*): веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Міжнародна\\_організація\\_зі\\_стандартизації](https://uk.wikipedia.org/wiki/Міжнародна_організація_зі_стандартизації) (дата звернення 01.09.2024).

5. International Organization for Standardization. *Міжнародна організація стандартизації:* веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Міжнародна\\_організація\\_зі\\_стандартизації](https://uk.wikipedia.org/wiki/Міжнародна_організація_зі_стандартизації) (дата звернення 01.09.2024).

**Владислав ЯСІНСЬКИЙ<sup>16</sup>,**  
Студент 5-го курсу,  
Інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **РОЗВИТОК І ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОГО РОЗПОДІЛУ**

***Анотація.** У статті досліджуються сучасні підходи до розвитку та оптимізації функціональних характеристик систем електричного розподілу. Розглянуто ключові аспекти вдосконалення систем, які включають впровадження інноваційних технологій, підвищення ефективності управлінських процесів та забезпечення надійності електричних мереж. Оглянуто методи модернізації обладнання, інтеграцію автоматизованих систем моніторингу та управління, а також вплив новітніх рішень на зменшення втрат електроенергії і покращення якості електричного постачання. Аналізуються переваги застосування сучасних технологій і підходів, їх економічна ефективність та перспективи для подальшого розвитку систем розподілу електроенергії.*

***Ключові слова:** модернізація обладнання, втрати електроенергії, управління*

***Annotation.** The paper explores contemporary approaches to the development and optimization of functional characteristics of electrical distribution systems. Key aspects of system improvement are discussed, including the implementation of innovative technologies, enhancement of management processes, and ensuring the reliability of electrical networks. Methods of equipment modernization, integration of automated monitoring and control systems, and the impact of cutting-edge solutions on reducing energy losses and improving power quality are reviewed. The advantages of adopting modern technologies and approaches, their economic effectiveness, and prospects for further development of electrical distribution systems are analyzed.*

***Keywords:** equipment modernization, power losses, management*

***Вступ.** Технічний прогрес підштовхує людство до вирішення проблем пов'язаних з джерелами енергії. На сьогодні актуальною темою є розумні (інтелектуальні) електричні системи (Smart Grid). Їх завданням є підвищення енергоефективності енергетичного обладнання, надійності електропостачання та якості електроенергії.*

*Кінцеву ланку в системі забезпечення споживачів електроенергією в країні займають розподільчі мережі 0,4...35 кВ. Саме вони безпосередньо взаємодіють зі споживачами та магістральними районними мережами. Тому їх функціонування та технічний стан впливають на показники надійності,*

---

<sup>16</sup>Науковий керівник к.,т.,н. ст. викладач Штуць А.А. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ефективності та якості енергосистеми. Довжини таких мереж в Україні складають приблизно: 0,4кВ – 449832км, 6-10кВ – 332568км і постійно зростають. Постійний розвиток цих ліній та реконструкція мають безпосередній вплив на процес підключення нових споживачів, що є визначним фактором у визначенні рейтингу Doing Business для України.

**Виклад основного матеріалу.** Стратегія розвитку електроенергетичної галузі. Україна, уклавши «Угоду про асоціацію з Європейським Союзом», прийняла рішення щодо пріоритетів свого економічного розвитку. Рішення зумовило не тільки появу необхідних зобов'язань, які мають бути відображені у повній мірі в пріоритетах соц-економічного розвитку України та її енергетики. Принциповим вибір України в частині повної інтеграції до співтовариства європейських націй зумовив і необхідність зміни підходів до формування енергетичної політики, яка має відповідати принципам та практиці ЄС.

Загальною метою Стратегії енергетики України до 2035 року[1] є забезпечення потреб суспільства та економіки в паливно-енергетичних ресурсах у технічно надійний та безпечний, економічно ефективний та екологічно прийнятний спосіб для гарантування життєдіяльності суспільства в режимах звичайного та особливого стану.

Стратегія формує цільову траєкторію розвитку енергетичного сектору, забезпечуючи узгодженість його пріоритетів з більш широкими цілями суспільства та розглядаючи розвиток енергетичного сектору як складову сталого соціально-економічного розвитку України.

Загальним результатом реалізації стратегії стане перетворення паливно-енергетичного комплексу країни з проблемного сектору, що потребує постійної державної підтримки, на сучасний, ефективний, конкурентоспроможний сектор національної економіки, здатний до сталого розвитку на довгострокову перспективу в умовах регіональної інтеграції та конкуренції на європейському та світовому енергетичних ринках. Енергетична стратегія України є невід'ємною складовою цілісної стратегії соціально- економічної модернізації України, яка спирається на динамічне економічне зростання, раціональне та ефективне використання національного ресурсного потенціалу, інтеграцію України до європейського економічного та політичного простору.

Загальна задача по реконструкції сучасних електричних мереж. На сьогодні стан розподільних електричних мереж характеризується наступними показниками: понад 6,6% ліній електропередавання напругою 35-110

(150) кВ та 11,5% ліній електропередавання напругою 0,4-10(6) кВ прийшли в технічно непрацездатний стан і потребують значних щорічних зростаючих витрат на технічне обслуговування та ремонт[2]; близько 22,3% трансформаторів напругою 35-110 (150) кВ і 14,9% трансформаторів напругою 10(6) кВ відпрацювали передбачений технічною документацією термін експлуатації, мають значні втрати, недостатню надійність та потребують заміни; фактичні витрати електричної енергії в електричних мережах в середньому складають 12,1%, а в мережах окремих компаній сягають 18%; внаслідок змін

в структурі споживання електричної енергії, а саме: зростання навантажень в містах та зменшення їх в сільській місцевості – електричні мережі значних і найзначніших міст вимагають збільшення пропускної здатності та спорудження додаткових ПС 110 (150) кВ. Витрати на ремонт електричних мереж по роках зменшилися і складають близько 60% від необхідних, які визначаються.

Правилами технічної експлуатації електричних мереж. Загальна кількісна характеристики існуючих електричних мереж енергопостачальних компаній наведена в таблиці.

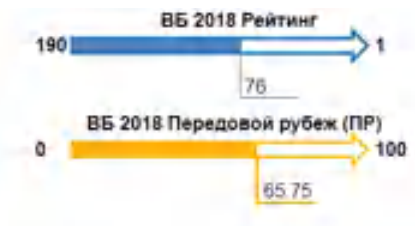
Стосовно співвідношення розвиненості мережі 0,4-110(150) кВ енергопостачальних компаній, то довжина ліній 35-110(150) кВ в одноколовому обчисленні становить 11,4% від загальної довжини мереж 0,4 – 110(150)кВ, кількість підстанцій 35- 110(150)кВ складає 2,5%, а їх трансформаторна потужність – 64,4% від сумарної потужності трансформаторів 0,4-110(150) кВ. Серед ЛЕП 0,4-10(6) кВ кількість КЛ 0,4-10(6) кВ становить 9,7%. На сьогодні понад 6,6% ліній електропередавання напругою 35-110 (150)кВ та 11,5% ліній електропередавання напругою 0,4-10(6) кВ прийшли в технічно непрацездатний стан, близько 22,3% трансформаторів напругою 35-110 (150) кВ і 14,9% трансформаторів напругою 10(6) кВ відпрацювали передбачений технічною документацією термін експлуатації, мають значні втрати, недостатню надійність та потребують заміни. Якщо визначати заходи щодо покращення функціонування електричних мереж енергопостачальних компаній, то їх дуже багато, проте вони мають регіональні особливості.

Загальний технічний стан та організація функціонування локальних(обласних) електричних мереж. Кінцеву ланку в системі забезпечення споживачів електроенергією в країні займають розподільчі мережі 0,4...35 кВ. Саме вони безпосередньо взаємодіють зі споживачами та магістральними районними мережами. Тому їх функціонування та технічний стан впливають на показники надійності, ефективності та якості енергосистеми. Довжини таких мереж в Україні складають приблизно: 0,4кВ – 449832км, 6-10кВ – 332568км і постійно зростають. Постійний розвиток цих ліній та реконструкція мають безпосередній вплив на процес підключення нових споживачів, що є визначним фактором у визначенні рейтингу Doing Business для України.

Проект «Ведення бізнесу» дозволяє об'єктивно оцінити нормативно-правові акти, які регулюють підприємницьку діяльність і забезпечують їх дотримання в 190 країнах, а також в окремих містах на субнаціональних та регіональних рівнях.

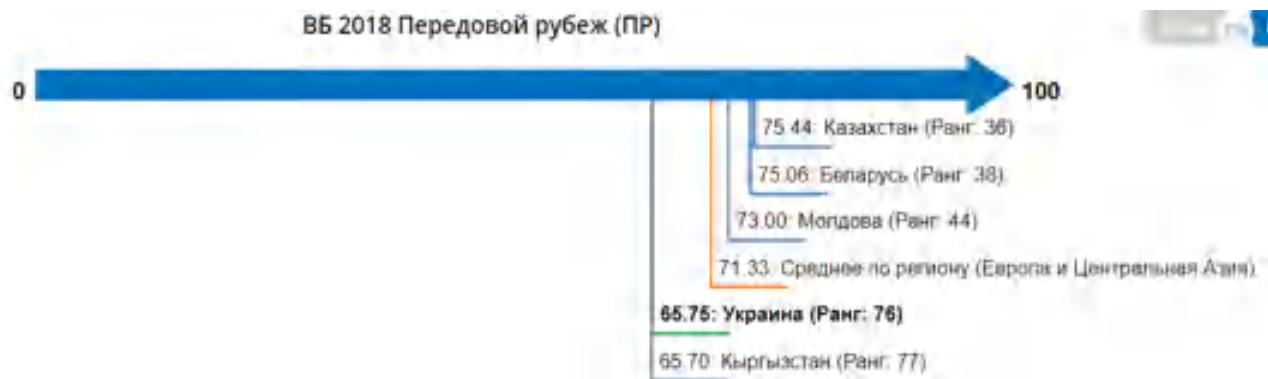
В рамках дослідження здійснюється збір та аналіз всебічних кількісних даних для співставлення умов регулювання підприємницької діяльності між країнами і в динаміці, тим самим проект «Ведення бізнесу» побуджує країни до більш ефективного регулювання, забезпечуючи вимірні орієнтири для проведення реформ і служить ресурсом для вчених, журналістів, дослідників з приватного сектора та інші, хто цікавиться діловим кліматом в кожній країні.

На сьогодні Україна займає 76 місце з рейтингу 190 країн, де країна першому місці має найкращі умови (Рис. 1).



*Рис. 1 Рейтинг України в Doing Business*

Передовий рубіж (ПР) демонструє в іддаленість кожної країни від «рубіжа», який являє собою найкращий результат, показаний будь-якою країною (Рис. 2).



*Рис. 2. Передовий рубіж ведення бізнесу 2021*

Як бачимо рейтинг України нижчий за рейтинг країн сусідів. Отже слід, щось з цим робити.

Проблемні питання надання послуг з електропостачання. Одним з шляхів розвитку електричних мереж на території України є підключення нових побутових та промислових споживачів, а саме реконструкція існуючих ліній для дотримання рівня якості електроенергії. Основними проблемами є:

- непрозорість надання послуг з приєднання електричних установок до електричних мереж;

Основною проблемою приєднання є те що, вам ніколи ніхто точно не скаже зразу – скільки коштуватиме приєднання до електричної мережі з певної точки на карті і за який час це буде виконано. Це явище створює можливості для «торгів» з клієнтами для «вичавлювання» з них максимальної економічної вигоди». Саме через це багато іноземних інвесторів переносить своє виробництво до інших країн.

- непрозора процедура визначення плати за приєднання до електричних мереж;

Плата за приєднання має бути недискримінаційною та прозорою, а також публікуватися у відкритому доступі. – з такими умовами кожен зможе підрахувати ціну з точністю до 90-95%, але залишається питання прозорості. Зараз замовнику можуть поставити вимоги які рівні, або й перевищують ціну звичайного приєднання.

- невідповідність законодавства України законодавству ЄС[3];

Після підписання Президентом України закону про «Про ринок електричної енергії» стартував дворічний перехід, під час якого всю архітектуру ринку перебудують у відповідність до правил, які працюють в ЄС. В галузі повинна з'явитися конкуренція і зникнути перехресне субсидювання.

- технічна не підготовленість існуючих застарілих ліній;

Враховуючи сьогоденні реалії в країні і те, що процес заміни морально і фізично зношеного електрообладнання в електричних мережах, який за різними оцінками складає від 40 до 80 %, відбувається досить повільно, а на сьогодні він ще й уповільнився, при тому, що в містах невпинно зростає територіальна щільність навантаження, яка вже сягає в центрі Києва до 9...10 МВт/км<sup>2</sup>, і як наслідок, підвищуються втрати електроенергії, на порядок денний постає питання перспективи розвитку розподільчих мереж та ефективності їх роботи.

Зростання попиту на електроенергію визначає необхідність збільшення пропускної спроможності існуючих мереж та зменшення втрат електроенергії в них як вагомих факторів ефективності функціонування.

- руйнування енергетичної інфраструктури на Сході України ;

Після подій 2014 року були виведені з ладу Луганська ТЕС, лінія 220 кВ «Лисичанська», лінія 110 кВ «Новоардайська», Вуглегірська ТЕС.

- порівняно низький рівень регульованих цін для кінцевих споживачів;

- регульовані ціни для домогосподарств набагато нижчі для споживачів за витрати на їх виробництво, тоді як промислові споживачі та бюджетні установи сплачують повну вартість енергоносіїв.

- відсутність членства вітчизняного системного оператора з передавання електроенергії в ENTSO-E відповідно до вимог третього енергопакета ЄС;

Українська ОЕС працює паралельно з енергетичними системами Росії, Білорусії та Молдови. Системи працюють в спільному режимі роботи, частота їх однакова, а фактичне регулювання здійснює Росія, як власник найбільших генеруючих потужностей. Об'єднання ринків з іншими країнами дозволить суттєво знизити вартість електричної енергії. Синхронізація суттєво посилить стійкість нашої ОЕС та зведе до мінімуму залежність від стабільності постачання вугілля на теплові блоки;

- дефіцит регулюючих потужностей в ОЕС України;

Дефіцит маневрових потужностей виник внаслідок важкої економічної ситуації, рекордно маловодних весни і літа минулих років (у зв'язку з чим гідроелектростанції знизили виробництво електроенергії майже вдвічі у порівнянні з попередніми показниками), відсутність вугілля необхідних марок у зв'язку з військовими діями на Донбасі.

- неготовність електричних мереж до розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ);

Головною проблемою відновлюваної енергетики є невизначеність щодо обсягів використання та обсягів залучення інвестицій, встановленої потужності й кількості станцій, а також можливостей приєднання до електромереж,



науково-

технологічного розвитку та інших питань, що потребує розробки і прийняття загальної стратегії розвитку альтернативної енергетики.

Аналіз методів вирішення проблемних питань. Вирішення проблеми надійного та якісного електропостачання в розподільних електричних мережах напругою 6...35 кВ ґрунтується на оптимальному управлінні перетоками потужності[4], управлінні параметрами пристроїв регулювання та компенсації тощо. Вирішення такого завдання на сучасному етапі розвитку інтелектуальних технологій вимагає створення «розумних» електричних мереж в рамках реалізації концепції Smart Grid. Особливої актуальності реалізація концепції Smart Grid набуває в задачах управління режимами розподільних електричних мереж напругою 6...35 кВ, які характеризуються зниженим рівнем централізації диспетчерського управління. Разом з тим у таких електричних мережах вирішення проблеми інтелектуалізації управління ускладнюється великою розмірністю системи, пониженою спостережністю системи і обмеженим набором технічних заходів адаптивного управління.

Перед нами виникає задача надання послуги приєднання до електричних мереж. В даному випадку вирішується ряд ситуацій в проходженні заявки в компанії, також ряд ситуацій по розвитку існуючих електромереж компанії.[5]

Як зазначалось вище – електроенергетика України має такі розповсюджені проблеми як:

- непрозорість надання послуг з приєднання електричних установок до електричних мереж;
- непрозора процедура визначення плати за приєднання до електричних мереж;
- невідповідність законодавства України законодавству ЄС;
- технічна не підготовленість існуючих застарілих ліній;
- руйнування енергетичної інфраструктури на Сході України;
- порівняно низький рівень регульованих цін для кінцевих споживачів;
  - відсутність членства вітчизняного системного оператора з передавання електроенергії в ENTSO-E відповідно до вимог третього енергопакета ЄС;
- дефіцит регулюючих потужностей в ОЕС України;
  - неготовність електричних мереж до розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ);
- зростаючі обсяги заборгованості споживачів за електричну енергію;
- значні втрати електроенергії;
- низький рівень автоматизації мережі;

Звичайно, для того щоб Україна вийшла на рівень ЄС необхідно вирішити ці питання. Для цього існують різні наукові методи, які дозволять наблизитись до мети.

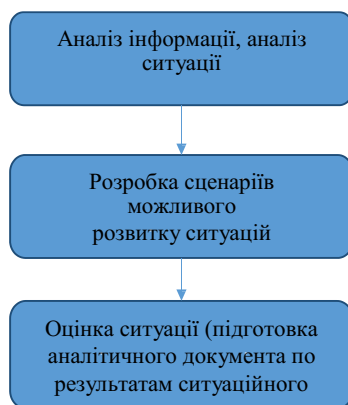
Науковий метод - сукупність методів встановлення параметрів, структури, інших характеристик досліджуваних об'єктів.

Ситуаційний аналіз. Ситуаційний аналіз[6] представляє собою оцінку можливих змін в діяльності фірми за умови впливу діючих зовнішніх факторів.

Ситуаційний аналіз - це комплексні технології підготовки, прийняття та реалізації управлінського рішення, в основі яких лежить аналіз окремо взятої управлінської ситуації. Методи ситуаційного аналізу покликані надати ОПР допомогу в проведенні аналізу ситуації, встановлення факторів, що визначають її розвиток, формулюванні критеріїв і обмежень прийняття управлінського рішення. Фактично ці методи дозволяють провести збір та обробку інформації, необхідної для діагностики проблеми і формулювання критеріїв і обмежень прийняття управлінських рішень.

Методи ситуаційного аналізу припускають генерацію економічних сценаріїв і детерміноване факторне моделювання реакції системи на згенерований сценарій, що вимірюється за фінансовими результатами системи. Всім сценаріями в генеральній сукупності присвоюються імовірнісні ваги. Таким чином, підсумковий очікуваний фінансовий результат інтерпретується як математичне очікування випадкової величини показника, розподіленої відповідно до вихідним ваговим розподілом вхідних сценаріїв.

Метод ситуаційного аналізу в якості об'єкта дослідження використовує нову ситуацію об'єкта управління. У разі розгляду проблем іншого типу ефективні інші методи. Ситуаційний аналіз[7] дозволяє організувати і направляти процес активного збору, оцінки та переробки наявної первинної інформації і відтворення нової, вторинної інформації як аналітичного, так і прогнозного характеру. Ситуаційний аналіз проводиться в три етапи (рис. 3).



*Рис. 3. Приклад ситуаційного аналізу*

На першому етапі призначають експерта-керівника ситуаційного аналізу, який відповідає на всіх трьох етапах за методологічні, організаційні та редакційні питання. Мета першого етапу - створення групою експертів (максимум з шести чоловік) аналітичного сценарію ситуації як цілісної динамічної системи (підсистеми) з властивими їй внутрішньою структурою і зовнішніми взаємозв'язками.

Оптимізація роботи оператора електромережі за допомогою теорії масового обслуговування.

Згідно Правил приєднання електроустановок до електричних мереж підключення споживачів здійснюється на підставі договору про приєднання

до електричних мереж. Для його складання майбутній споживач має оформити заяву про приєднання електроустановки певної потужності, та додати певний набір документів, який ми будемо вважати включеним до заявки про приєднання.

Заявка про приєднання в енергокомпанії проходить певні етапи обробки інформації, кожен з яких має певні затримки, зважаючи на людський фактор, або ж фактор застарілого програмного забезпечення.

Заповнена Заява про приєднання електроустановок до електромережі компанії подається разом з доданими документами до центрального офісу компанії, або територіально розміщений підрозділ компанії в центр роботи з клієнтами.

**Висновки.** Принциповим питанням рейтингу України Doing Business є спрощення процедури приєднання до електричних мереж. На сьогодні стан технічний стан та організація експлуатації енергетичної галузі країни є незадовільними, що впливає на подальший розвиток економіки та життєвий рівень населення. Для реалізації завдань, за системним аналізом, можемо використати теорію масового обслуговування для вирішення питань оптимізації в середині електропередавальної організації та її взаємодії з клієнтами, а в аналізі технічного стану допоможуть кластерний аналіз та математично-фізичні розрахунки.

Частину затримок, які виникають при оброблені заявки на підключення електропередавальною організацією, можна уникнути виконавши реорганізацію існуючої системи перетворивши її в сучасну бізнес-інформаційну модель електронної подачі документів. Ставка плати за стандартне приєднання електроустановок до електричних мереж ОСР в межах адміністративних областей України диференціюється залежно від величини заявленої потужності та типу населеного пункту, категорії надійності електропостачання, схеми електрозабезпечення та рівня напруги у точці приєднання.

Проект геоінформаційної системи для управління розвитком та експлуатацією електричних мереж не має рівносильних аналогів на ринку. Дана система буде мати широкий попит серед науковців, дослідників, журналістів та інвесторів. Підтримка та розвиток системи допоможуть залишатися «на плаву» ринку. Основною проблематикою проекту будуть отримання достовірної інформації та реклама продукту.

### **Список використаних джерел**

1. Микитенко В. В. Теоретико-методологічне обґрунтування енергозбереження як економічної категорії В. В. Микитенко Наука та наукознавство. 2012.– № 2. – С. 72–79.

2. Циганенко Б. В. Ефективність роботи розподільних електричних мереж при підвищенні їх класу напруги : Київ, 2017. 209 с.

3. Боюн В. П. Аналіз нормативних документів з якості комунальних послуг Київ: Комп'ютерні засоби, мережі та системи, 2012. 10 с.

4. Шевцов В.І., Бараннік В. О., Земляний М. Г., Рязова Т. В. Основні

питання політики розвитку електроенергетичної галузі України. Дніпропетровськ: Національний інститут стратегій і досліджень, 2011. 89 с.

5. Правила улаштування електроустановок : Офіційне. видавництво. Київ : Мінпаливенерго України, 2017. 617 с.

6. «Категорійність електроприймачів та надійність електропостачання». Кіровоградобоенерго веб-сайт. URL: <http://kiroe.com.ua/?q=node/157> (дата звернення: 14.09.2024).

7. «Розрахунок освітленості виробничого приміщення». веб-сайт. URL: [https://сро.stu.cn.ua/Oksana/rozrah\\_rozd\\_OP\\_DP\\_bak\\_spec\\_mag/80.html](https://сро.stu.cn.ua/Oksana/rozrah_rozd_OP_DP_bak_spec_mag/80.html) (дата звернення: 14.09 .2024).

**Владислав ЮЗЬКО<sup>17</sup>**

студент 4 курсу,  
інженерно-технологічного факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АНАЛІЗ СТАНУ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

***Анотація.** У сучасній промисловості підйомно-транспортні засоби відіграють ключову роль у забезпеченні безперебійної роботи технологічних процесів. Електроприводи є основними компонентами цих засобів, забезпечуючи їхню рухомість, підйом вантажів та переміщення матеріалів. Ефективне управління електроприводами безпосередньо впливає на продуктивність, енергоефективність і безпеку виробництва. Аналіз стану керування електроприводами підйомно-транспортних засобів дозволяє виявити недоліки в роботі систем, знайти шляхи їх оптимізації та впровадити новітні технології, які сприяють підвищенню надійності та ефективності експлуатації цих систем.*

***Annotation.** In modern industry, lifting vehicles play a key role in ensuring uninterrupted operation of technological processes. Electric drives are the main components of these vehicles, ensuring their mobility, lifting loads and moving materials. Effective management of electric drives directly affects productivity, energy efficiency and production safety. The analysis of the state of control of electric drives of lifting vehicles allows to identify deficiencies in the operation of systems, to find ways to optimize them, and to implement the latest technologies that contribute to increasing the reliability and efficiency of the operation of these systems.*

**Вступ.** Керування – це сукупність дій на керуючі пристрої для

---

<sup>17</sup>Науковий керівник – Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

забезпечення пуску, підтримання режиму роботи електропривода у відповідності з вимогами технологічного процесу і його зупинки. Залежно від участі в цих діях людини розрізняють ручне, автоматизоване та автоматичне керування. Ручним називають керування, при якому оператор приймає безпосередню участь в усіх операціях із керування електроприводом. Автоматичним вважають таке керування, при якому основні операції здійснюються без участі оператора [1].

Автоматичне керування електроприводами дає можливість підвищити продуктивність робочих машин, підвищити якість продукції, зменшити питомі витрати енергії на виробництво продукції, підвищити продуктивність праці та поліпшити умови роботи обслуговуючого персоналу, забезпечити оптимальний режим роботи обладнання. Під системою автоматичного керування (САК) електроприводом розуміють сукупність механічних, електромеханічних, напівпровідникових та інших елементів, за допомогою яких здійснюється керування. У системах автоматичного керування електроприводами використовуються: релейно-контактні апарати, серед яких основними є реле, контактори, шляхові перемикачі тощо; підсилювачі, перетворювальні пристрої і датчики – електромашинні, електромагнітні, напівпровідникові тощо; безконтактні логічні елементи, мікропроцесори та мікро-ЕОМ.

Розвиток електроприводів і систем керування ними можна поділити на декілька етапів. На початковій стадії вдосконалювалися елементи електропривода: електродвигуни, апарати керування і захисту, передавальні ланки між двигуном і виконавчим органом робочої машини. Основною тенденцією цього етапу став перехід від групового приводу до індивідуального та багатодвигунного. В останньому випадку кожний виконавчий орган робочої машини приводиться в рух окремим двигуном. Наслідком стало наближення електродвигунів до виконавчих органів робочих машин, а в окремих випадках вузли двигунів стали складовою частиною механізму машини [1-2]. Спрощення за рахунок цього кінематичної схеми приводу обумовило значне ускладнення електроприводу в цілому, а особливо системи керування.

Ручне керування часто стає практично неможливим, тому наступним етапом розвитку приводів стало створення пристроїв і систем для виконання операцій автоматичного керування власне електроприводом. До них відносяться операції пуску, реверсування, гальмування, зміни швидкості тощо. Розвиток техніки спонукав до створення та впровадження електроприводів з САК технологічними процесами і виробництвом. З метою якнайточнішого підтримання і регулювання параметрів технологічного процесу в таких системах передбачається глибоке регулювання координат електроприводу.

Керування електроприводами відбувається у функціях часу, струму, шляху, швидкості, регульованого параметра тощо. Керування у функції часу полягає у тому, що перемикання електричних кіл, зміна опору пускових і гальмівних резисторів або напруги здійснюється в певні, наперед задані

проміжки часу. У схемах керування застосовують реле часу, які здійснюють вмикання відповідного контактора.

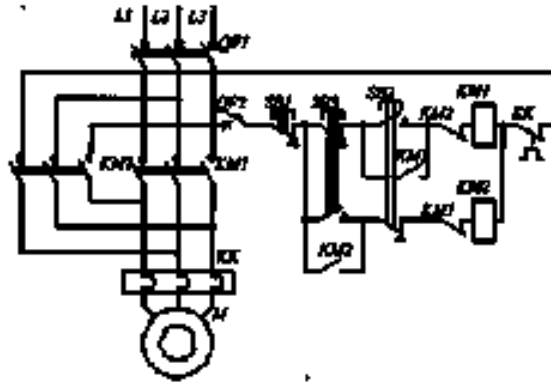
Керування у функції струму здійснюється за допомогою реле струму, які вмикають контактори при зниженні струму двигуна до заданого значення. Керування у функції швидкості здійснюється за допомогою реле швидкості, або реле, які реагують на зміну інших величин, які перебувають у прямій залежності від швидкості – ЕРС у двигунів постійного струму або частоти струму ротора у асинхронних двигунів. Керування у функції шляху полягає у тому, що при досягненні приводним механізмом заданого положення шляховий вимикач перемикається, внаслідок чого приводний механізм або зупиняється, або реверсується. Керування у функції регульованого параметра полягає у тому, що датчики системи автоматичного керування вимірюють регульований параметр і при його відхиленні від заданого значення видають сигнал на зміну режиму роботи електропривода.

Будь-яка САК електроприводом виконує декілька функцій, які залежать від прийнятого технологічного процесу та вибраної системи електропривода. При цьому технологічний процес приймається за основу, при виборі САК.

**Виклад основного матеріалу.** У сільському господарстві системи автоматичного керування електроприводом виконують наступні функції: - пуск електродвигуна та його зупинка; - регулювання швидкості електропривода зміною підведеної напруги, перемиканням числа пар полюсів, введенням опору в коло ротора, зміною частоти струму тощо; - реверсування з витримкою часу або без неї; - електричне гальмування електропривода: проти вмиканням, динамічне, рекуперативне; - захист електроприводів та приводних механізмів від коротких замикань, перевантажень та інших аномальних режимів; - сигналізація стану системи; - здійснення відповідної послідовності пуску та зупинки електропривода і блокувань: пуск і зупинка електроприводів потокових ліній, блокування неправильних дій оператора; - стабілізація контрольованого параметра на заданому рівні; - синхронізація руху окремих елементів механізму.

В електроприводі ліфта використовують переважно трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором. Система керування ліфтом передбачає його реверсування. На рис. 1 приведена схема реверсивного керування асинхронним електродвигуном [2-4]. Схемою реверсивного керування обов'язково передбачають блокіровки, що виключають одночасне вмикання обох контакторів КМ1 і КМ2 (для запобігання короткому замиканню на головних контактах). Для цього керування контакторами здійснюється кнопками Ж2 і БВ3, що мають як замикаючі, так і розмикаючі контакти. За відсутності механічної блокіровки у коло живлення котушок пускачів вмикають «чужі» розмикаючі допоміжні контакти. Коли спрацює один контактор, то своїм розмикаючим допоміжним контактом розірве коло живлення котушки іншого

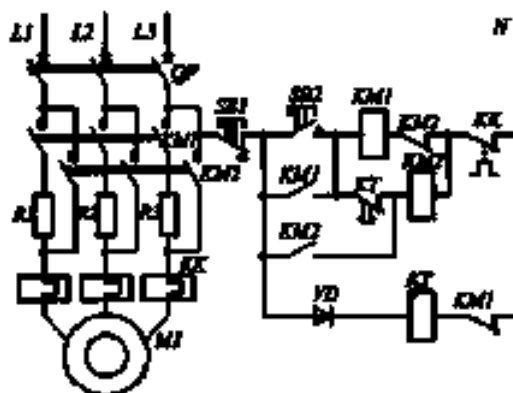
контактора.



*Рис. 1. Схема реверсивного керування асинхронним електродвигуном*

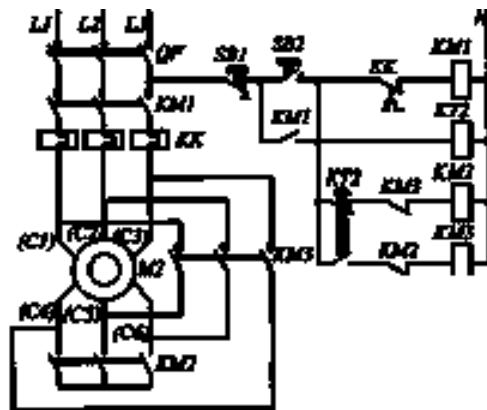
Трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором мають великі кратності пускового струму. При пуску потужних двигунів ( $P_n > 11$  кВт) обмежують пусковий струм вмиканням у коло статора опору або зменшенням підведеної до статора напруги. Індуктивні опори (пускові реактори) та пускові автотрансформатори застосовують для порівняно потужних двигунів ( $P_n = 75 - 100$  кВт). Для двигунів меншої потужності використовують активні опори. 10

Схема обмеження пускового струму і моменту з симетричними опорами в колі статора зображена на рис. 2. Пускач КМ1 вмикає статор у мережу через пускові опори Я1, Я2 і Я3, а пускач КМ2 - безпосередньо у мережу. Тривалість пуску з опорами в колі статора контролюється електромагнітним реле часу КТ1. При вмиканні автоматичного вимикача QF спрацьовує реле КТ1 і розмикає свій контакт у колі котушки пускача КМ2. Схема підготовлена до пуску. Для пуску двигуна натискають на кнопку БВ2 «Пуск». При цьому спрацьовує пускач КМ1 і вмикає двигун у мережу через пускові опори. Одночасно його розмикаючий допоміжний контакт розмикає коло котушки реле часу КТ1. З витримкою часу якір реле відпадає, його розмикаючий контакт вмикає котушку пускача КМ2, який головними контактами вмикає двигун М2 безпосередньо в мережу, а допоміжними контактами вимикає пускач КМ1. Для зупинки двигуна натискають кнопку БВ1 «Стоп».



*Рис.2. Схема керування трифазним асинхронним електродвигуном з короткозамкненим ротором з обмеженням пускового струму і моменту активними опорами*

З метою обмеження пускового струму широко застосовується пуск з перемиканням обмоток статора при пуску з «зірки» на «трикутник». Керування пуском двигуна найчастіше здійснюється у функції часу із застосуванням різних реле часу (рис. 3). Пускач КМ1 - лінійний, має теплове реле КК для захисту двигуна від перевантажень. Пускач КМ2 з'єднує обмотки двигуна «зіркою», пускач КМ3 - «трикутником». Пускачі КМ2 і КМ3 взаємно заблоковані розмикаючими контактами.



*Рис. 3. Схема керування трифазним асинхронним електродвигуном з перемиканням обмотки статора із «зірки» на «трикутник» при пуску*

Бурхливий технічний прогрес в області електротехніки та електроніки, що спостерігається вже протягом кількох десятиліть, привів до суттєвих змін в теорії і практиці електричного приводу. Ці зміни насамперед стосуються створення нової електронної бази і технічних засобів автоматизації, швидкого розширення областей і об'ємів застосування регульованого електроприводу. Наразі появились програмно керовані, адаптивні та інші види складних приводів. Поряд з розвитком систем керування розробляються нові типи та модифікації двигунів.

Широкого застосування набувають комплектні електроприводи, що обслуговують окремі технологічні процеси або цілі комплекси. Удосконалення систем автоматизованого електроприводу з використанням найновіших досягнень науки і техніки є однією з обов'язкових умов при розв'язку задач підвищення ефективності суспільного виробництва. Сучасні вимоги до надійності електроприводу вантажного ліфта при інтенсивному навантаженні і тривалому терміні роботи обумовлюють перехід від контакторно-релейної апаратури управління до безконтактних логічних елементів. Все більшого поширення набувають системи управління, виконані на безконтактних магнітонапівпровідникових, напівпровідникових (вентильних або транзисторних) і електронних елементах, які не потребують налагодження та регулювання в процесі експлуатації.

Заміна контакторно-релейних елементів на безконтактні дозволяє збільшити надійність роботи схем управління, але в ряді випадків призводить до їх ускладнення. На сьогодні інтенсивно зростає використання мікропроцесорної техніки в технологічних процесах. Тепер головною частиною майже кожної



системи автоматичного управління є обчислювальна машина: або мікроконтролер, або промисловий комп'ютер, або ПЕОМ. Такі системи крім основної задачі – управління установкою, агрегатом або ходом всього процесу – виконують широкий ряд сервісних функцій: збір, зберігання і обробка інформації про об'єкт управління, передавання цієї інформації до інших рівнів системи управління (наприклад, на диспетчерський пункт, інтегровану систему автоматизації SCADA та ін.).

Слід зазначити, що при застосуванні сучасної елементної бази вартість розробки і собівартість мікропроцесорного пристрою значно нижча, ніж однакового за функціями аналогового пристрою, але ефективність системи значно вища. В невеликих за об'ємом та функціями управління технологічних агрегатах АПК також існує необхідність вдосконалення систем управління, переведення їх на новий рівень з можливістю додаткового енергозбереження, збільшення надійності і, звичайно, надання гнучкості. Усім вищеперерахованим умовам відповідають мікропроцесорні логічні модулі класу Zelio Logic, Logo, Easy, FAB та ін. різноманітних виробників [3].

**Висновки.** Під системою автоматичного керування (САК) електроприводом розуміють сукупність механічних, електромеханічних, напівпровідникових та інших елементів, за допомогою яких здійснюється керування. У САК електроприводами використовуються: релейно-контактні апарати, серед яких основними є реле, контактори, шляхові перемикачі тощо; підсилювачі, перетворювальні пристрої і датчики – електромашинні, електромагнітні, напівпровідникові тощо; безконтактні логічні елементи, мікропроцесори та мікро-ЕОМ. Сучасні вимоги до надійності електроприводу вантажного ліфта при інтенсивному навантаженні і тривалому терміні роботи обумовлюють перехід від контакторно-релейної апаратури керування до безконтактних логічних елементів. Перспективи розвитку систем керування електроприводами полягають у становленні невід'ємною частиною САК мікроконтролера, промислового комп'ютера або ПЕОМ. Такі системи крім основної задачі керування виконують також широкий спектр сервісних функцій: збір, зберігання і обробка інформації про об'єкт керування, передавання цієї інформації до інших рівнів системи керування (наприклад, на диспетчерський пункт, інтегровану систему автоматизації SCADA та ін.).

### Список використаних джерел

1. Видмиш А. А.; Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. навч. посіб. Вінниця, ВНАУ. 2020.387 с.
2. Видмиш А. А., Бабій С. М., Петрусь В. В. Теорія електропривода. Курсове та дипломне проектування. Самостійна та індивідуальна робота студентів. 2012.
3. Видмиш А. А., Возняк О. М. Оптимізація характеристик перетворювача в гальмівних перехідних режимах тягового двигуна постійного струму. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця, ВНАУ.2019.№ 4 (107).С. 54-66.

4. Гобрей Р.М., Рубаненко О.Є., Таловерья В.Л. Технічне діагностування, випробування та вимірювання електрообладнання в умовах монтажу, налагоджування і в експлуатації. Київ: Науково-технічний учбово-консультаційний центр Ас-ЕлЕнерго. 2008. 528 с.

**Максим БУДНЯК<sup>18</sup>,**  
Студент 4 курсу,  
Інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький Національний Аграрний Університет  
Вінниця, Україна

### **КАТАЛІТИЧНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЮ З ВІДНОВЛЮВАНИХ РЕСУРСІВ**

***Анотація.** У статті розглянуто каталітичні методи отримання біодизелю шляхом деоксигенування жирних кислот, одержаних з відновлюваних ресурсів. Порівнюються результати термічного та каталітичного процесів, а також розглядається вплив каталізаторів на ефективність та селективність одержуваних продуктів. Представлені експериментальні дані підтверджують переваги каталітичних процесів у виробництві біодизелю з покращеними паливними характеристиками.*

***Ключові слова:** біодизель, деоксигенування, жирні кислоти, каталітичні технології, відновлювані ресурси, гідрування, декарбоксілювання, декарбонілювання.*

***Annotation.** The article discusses catalytic methods for the production of biodiesel by deoxygenation of fatty acids derived from renewable resources. The results of the thermal and catalytic processes are compared, and the influence of catalysts on the efficiency and selectivity of the products obtained is discussed. The presented experimental data confirm the advantages of catalytic processes in the production of biodiesel with improved fuel characteristics.*

***Keywords:** biodiesel, deoxygenation, fatty acids, catalytic technologies, renewable resources, hydrogenation, decarboxylation, decarbonylation.*

***Вступ.** За прогнозами фахівців у найближчі десятиліття очікується подальше зниження виробництва традиційних джерел енергії, зокрема й видобутку нафти. У зв'язку з цим виникла необхідність у перебудові енергетичного балансу, у розвитку поліенергетики, тобто системи, що базується на використанні декількох джерел енергії, жодне з яких не відіграє визначальної ролі.*

*Відновлювані види біопалива можуть бути широко використані не тільки*

---

<sup>18</sup>Науковий керівник – Ніцаков І.В., асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

в автотракторних дизельних двигунах, а й у дизельних двигунах сільськогосподарської техніки. Актуальним завданням для тракторів і сільськогосподарських машин наразі є покращення екологічних показників двигунів відповідно до вимог міжнародних стандартів і норм. [1].

Аналіз методів оцінки та шляхів зниження негативного екологічного впливу дизелів на навколишнє середовище показує, що наразі основним напрямком є використання альтернативних видів палива.

**Виклад основного матеріалу.** Серед безлічі вивчених видів біопалива, метиловий ефір жирних кислот (МЕЖК), отриманий із тригліцеридів рослинних олій і жирів шляхом переетерифікації з метанолом, набув значного поширення. Вони мають високе цетанове число і відносно чисто згорають. Однак зростає сумнів у вигідності цього виду палива порівняно з нафтовим дизелем через окислювальну та температурну нестабільність. Збільшення вмісту кисню впливає на стабільність біодизельного палива і згодом на можливість його утилізації [2].

Крім того, необхідно зазначити, що біодизель найкращої якості повинен містити сполуки певного ступеня ненасиченості, що характеризується йодним числом (оптимальне йодне число не повинно перевищувати 120 г I<sub>2</sub>/100 г). Виробництво біодизеля шляхом переетерифікації тригліцеридів призводить до отримання продукту з відносно високим рівнем ненасичених вуглеводневих ланцюгів.

Різні процеси, включно з гідрогенолізом, декарбонілюванням і декарбосилуванням, дають можливість трансформувати біодизель у вуглеводневе паливо [2].

Найпоширенішим методом отримання біопалива у формі насичених вуглеводнів із числом вуглецевих атомів 15 - 22 є деоксигенування жирних кислот та їхніх похідних. Паливо, отримане таким шляхом, називають другим поколінням біодизеля або Green дизелем. Порівняння паливних характеристик нафтового дизеля, класичного дизеля і Green дизеля наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Порівняння паливних характеристик дизельного та біодизельного пального**

Показник	Дизельне паливо	Біодизель (МЕЖК)	Green дизель
Вміст кисню, %	0	11	0
Щільність палива, г/см <sup>3</sup>	0.84	0.88	0.78
Вміст сірки, частин на млн.	<10	<1	<1
Теплотворність, МДж/кг	43	38	44
Температура помутніння, °С	-5	-5 – +15	-30 – -10
Цетанове число	40	50 – 60	70 – 90
Стабільність	хороша	погана	хороша

З таблиці видно, що друге покоління біодизельного палива має паливні характеристики схожі з нафтовим дизелем. З точки зору виробника палива, Green дизель є преміальним дизельним компонентом змішування, оскільки має

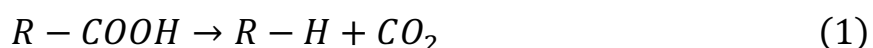
інтервал кипіння, який можна порівняти з типовими дизельними продуктами, істотно високим цетановим числом і нижчою щільністю [3].

Каталітичне деоксигенування ЖК, отриманих у результаті гідролізу ТГ та їхніх алкілових ефірів, - новий метод одержання біодизеля у формі вуглеводнів дизельного палива.

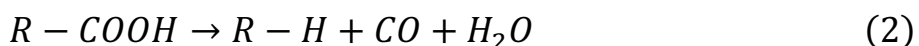
Суть деоксигенування полягає у видаленні кисню карбоксильної групи жирних кислот з отриманням граничних або ненасичених вуглеводнів [4].

Існує кілька можливих механізмів деоксигенування жирних кислот для виробництва біодизеля другого покоління:

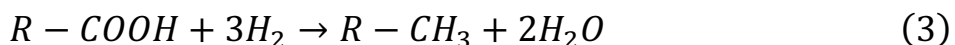
1. пряме декарбоксілювання з отриманням діоксиду вуглецю та вуглеводнів.



2. декарбонілювання з отриманням монооксиду вуглецю, води та олефінів.



3. гідрування, що полягає у зв'язуванні кисню з утворенням води [5].



Деоксигенування модельної суміші жирних кислот проводиться протягом трьох годин у реакторі для проведення процесу гідрування під тиском PARR-4307 (USA) при температурі 300°C, тиску водню 600 кПа. Склад модельної суміші жирних кислот наведено в таблиці 2.

**Таблиця 2**

*Склад модельної суміші жирних кислот*

Назва	Формула	Склад, % (мас.)
Пальмітинова кислота	$C_{16}H_{32}O_2$	0.26
Стеаринова кислота	$C_{18}H_{36}O_2$	2.40
Олеїнова кислота	$C_{18}H_{34}O_2$	43.08
Лінолева кислота	$C_{18}H_{32}O_2$	54.26

Для зменшення в'язкості сировини використовувався розчинник - н-додекан. Концентрація розчину субстрату становила 0.1 М у перерахунку на лінолеву кислоту. Проводилося порівняння некаталітичного (термічного) і каталітичного процесів деоксигенування суміші жирних кислот. Як каталізатор використовували Pd/C із вмістом Pd 2%.

Результати термічного та каталітичного деоксигенування модельної суміші жирних кислот представлені на рис. 1 і рис. 2.

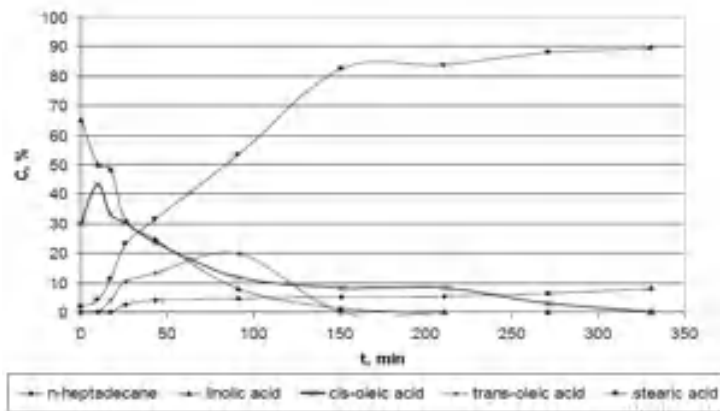


Рис. 1. Термічне деоксигенування модельної суміші

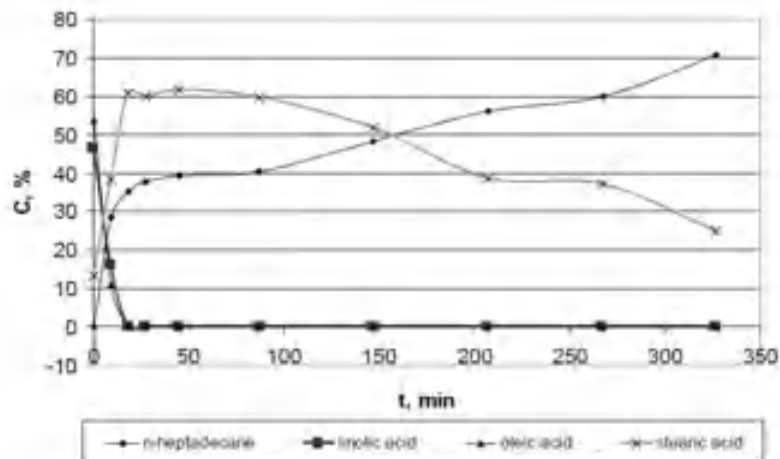


Рис. 2. Каталітичне деоксигенування модельної суміші

У разі каталітичного деоксигенування основним продуктом реакції був н-гептадекан, селективність за гептадеканом сягала 99.8%, за конверсії стеаринової кислоти - 100%. Крім цільового продукту спостерігалось утворення незначної кількості вуглеводнів з меншим числом вуглецевих атомів.

При термічному деоксигенуванні відбувається накопичення стеаринової кислоти, тоді як н-гептадекан утворюється в незначних кількостях. Таким чином, було знайдено, що в разі некаталітичного процесу основним механізмом є гідрування ненасичених компонентів суміші.

**Висновок:** Результати досліджень демонструють, що каталітичне деоксигенування жирних кислот є ефективним методом отримання біодизелю з відновлюваних ресурсів. Використання каталізаторів, таких як Pd/C, дозволяє значно підвищити селективність процесу та зменшити кількість небажаних побічних продуктів. Каталітичні процеси дозволяють отримати біопаливо з високими паливними характеристиками, що робить його конкурентоздатним порівняно з нафтовим дизельним паливом.

### Список використаних джерел

1. Біодизель. Альтернативні палива для транспорту: веб-сайт. URL: <https://dieret.rea.org.ua/uk/biodiesel.html> (дата звернення: 17.08.2024).
2. Tawan Sooknoi, Tanate Danuthai, Lance L. Lobban, Richard G. Mallinson,

Daniel E. Resasco. Deoxygenation of methylesters over CsNaX. *Journal of Catalysis* 2008. № 258 pp. 199–209.

3. T. Kalnes, T. Marker, D.R. Shonnard, T. Green Diesel: A Second Generation Biofuel. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*. 2007. Vol. 5. Article A48. p. 9.

4. I. Kubickova, M. Snare, K. Eranen, P. Maki-Arvela, D. Yu. Murzin. Hydrocarbons for diesel fuel via decarboxylation of vegetable oils. *Catalysis Today*. 2005. № 106. pp.197-200

5. M. Snare, I. Kubickova, P. Maki-Arvela, K. Eranen, D. Yu. Murzin. Heterogeneous catalytic deoxygenation of stearic acid for production of biodiesel. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2006. № 16. pp.5708–5719.

**Роман ХАРЧЕНКО<sup>19</sup>,**

студент 5 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

## **АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Анотація.** Цифрове оброблювання зображень (ЦОЗ) широко використовується в аграрній сфері. На сьогоднішній день для пристроїв ЦОЗ є характерною проблема постійного зростання обсягу оброблюваної інформації, підвищення вимог до якості оброблювання, робота при складних умовах низького співвідношення сигнал/шум. Все це стимулює появу нових методів та більш складних алгоритмів, які використовуються в системах ЦОЗ.

**Ключові слова.** зображення, каскад, обробка, піксель.

**Annotation.** Digital image processing (DIM) is widely used in the agricultural sector. To date, the problem of constant growth in the volume of processed information, increased requirements for the quality of processing, and operation under difficult conditions of low signal-to-noise ratio is a characteristic of CZO devices. All this stimulates the emergence of new methods and more complex algorithms used in CHP systems.

**Key words.** image, cascade, processing, pixel

**Вступ.** Для успішного вирішення задач пошуку і ідентифікації об'єктів, визначення різного роду їх кількісних характеристик необхідно, щоб первинні зображення характеризувалися високою візуальною якістю, яка втрачається через незадовільні умови отримання зображень, недосконалості систем передачі

---

<sup>19</sup>Науковий керівник – Возняк О.М. доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

відеоінформації і її відображення, впливу перешкод і т.п.

Покращення зображення дуже корисні у виявленні деталей, які можуть опинитися ключовими для подальшого аналізу вихідного зображення або послідовності зображень. Приклади застосування покращення зображення можна знайти в таких областях, як моніторинг полів, точного землеробства, а також багатьох інших областях, де головною метою покращення є отримання зображення з більш високим складом видимих деталей.

Головна мета покращення полягає в такій обробці зображення, щоб результат виявився більш відповідним з погляду конкретного застосування.

**Виклад основного матеріалу.** Значна частина задач обробки інформації і аналізу даних пов'язана із зображеннями. Для успішного вирішення задач пошуку і ідентифікації об'єктів, визначення різного роду їх кількісних характеристик необхідно, щоб первинні зображення характеризувалися високою візуальною якістю, яка втрачається через незадовільні умови отримання зображень, недосконалої систем передачі відеоінформації і її відображення, впливу перешкод і т.п.

Тому актуальною є задача перетворення зображень з метою поліпшення їх візуальної якості і підвищення інформативності. Вся основна безліч методів, які вирішують цю задачу, ділиться на методи обробки в частотній і просторовій областях. Для обробки зображень в просторовій області найбільше розповсюдження отримали методи п'яти класів:

- а) методи розтягування;
- б) гістограмні методи;
- в) рангові методи;
- г) різницеві методи;
- д) методи перетворення локальних контрастів.

До переваг методів обробки зображень в просторовій області відноситься можливість швидкої обробки в масштабі реального часу відеосигналу, а до недоліків - обмеженість функціональних можливостей і недостатня ефективність.

При розгляді методів обробки зображень завжди гостро стоїть питання вибору критеріїв оцінки якості їх перетворення. Це питання завжди було актуальним, проте ставилося і розв'язувалося він різними способами. В подальшому матеріалі розглянемо відомі сучасні підходи до рішення цієї задачі.

Розділення на класи умовно, оскільки всі методи мають в своїй основі локальний контраст елементів зображення.

Хоча способи обробки зображень в частотній області і достатньо розвинуті, але вимагають значних обчислювальних витрат і для вирішення практичних задач застосовуються рідше. Тому надалі розглянемо основні методи обробки зображень в просторовій області, а саме методи розтягування, гістограмні, рангові, різницеві і методи перетворення локальних контрастів.

Існуючі способи вирішення проблеми

Множина підходів до покращення зображень розпадається на дві великі категорії: методи обробки в просторовій області (просторові методи) та методи

обробки в частотній області (частотні методи).

Просторові методи включають процедури, що оперують безпосередніми значеннями пікселів. Процеси просторової обробки описують рівнянням

$$g(x, y) = T|f(x, y)| \quad (1)$$

де  $f(x, y)$  – вхідне зображення;  $g(x, y)$  – оброблене зображення;

$T$  – оператор над  $f$ , визначений в деякому околі точки  $(x, y)$ .

$T$  може оперувати над послідовністю вхідних зображень, виконуючи поелементне сумування  $K$  зображень для зменшення шуму. Головний підхід по визначенню меж точки  $(x, y)$ , полягає у використанні квадратної або прямокутної області – підмножини зображень, центрованої в точці  $(x, y)$ . Центр даної підмножини пересувається від пікселя до пікселя, починаючи, скажімо, з верхнього лівого кута. Оператор  $T$  виконується в кожній точці  $(x, y)$ , даючи в результаті вихідне значення  $g$  для даної точки. Процес використовує лише пікселі в середині області зображення, обмеженою деякою областю. Квадратні або прямокутні масиви є, безумовні, найбільш розповсюдженими через простоту їх реалізації, хоча іноді використовуються області інших форм, наприклад ті, що наближаються до кола.

Найпростіша форма оператора  $T$  досягається у випадку, коли область має розміри 1 на 1 (тобто один піксель). В такому випадку  $g$  залежить тільки від значення  $f$  в точці  $(x, y)$ , і  $T$  стає функцією градаційного перетворення, що також має назву функції перетворення інтенсивності або функції відображення вигляду.

$$s = T(r), \quad (2)$$

де  $r$  і  $s$  – змінні, що означають, відповідні значення яскравостей зображень  $f(x, y)$  і  $g(x, y)$  у кожній точці  $(x, y)$ .

Збільшення розміру околу призводить до значно більшої гнучкості. Принцип полягає в тому, що для знаходження значення  $g$  в деякій точці  $(x, y)$ , використовується значення функції  $f$  усередині деякого околу заздалегідь заданої форми, що знаходиться поблизу точки  $(x, y)$ . Один з основних підходів в такій постановці базується на використанні так званих масок (які також називають фільтри, ядра, шаблони або вікна). Найчастіше всього маска представляє з себе невеликий (скажімо 3 на 3 елементи) двовимірний масив, значення коефіцієнтів маски усередині якого визначають сутність процесу, наприклад, підвищення різкості зображення. Методи покращення, що базуються на даному підході, часто відносять до обробки по масці або фільтрації по масці.

Частотна область представляє собою ніщо інше як простір, в якому приймають значення змінні  $(u, v)$  Фур'є-перетворення. Кожен елемент Фур'є образа  $F(u, v)$  включає всі відрахунки функції  $F(x, y)$  помножені на значення експоненціальних членів. Оскільки частота пов'язана зі швидкістю зміни сигналу, то частоти Фур'є перетворення пов'язані з варіаціями яскравості зображення. Частотна складова, що найбільш повільно змінюється (постійна), тобто  $u=v=0$  співпадає з середньою яскравістю зображення. Низькі частоти, що відповідають точкам поблизу початку координат Фур'є перетворення,



відповідають компонентам зображення, що повільно змінюються. По мірі віддалення від початку координат, більш високі частоти починають відповідати все більш швидким змінам яскравості, що є границями об'єктів або іншими деталями зображення, що характеризуються різкими змінами яскравості такими як шум.

Процедура фільтрації в частотній області включає наступні кроки:

а) а) вихідне зображення множиться на  $(-1)^{x+y}$ , щоб його Фур'є перетворення виявилось центрованим;

б) б) обчислюється пряме перетворення Фур'є  $F(u,v)$  зображення, що отримане після кроку 1;

в) в) функція  $F(u,v)$  множиться на функцію фільтра  $H(u,v)$ ;

г) г) обчислюється обернене перетворення Фур'є;

д) д) виділяється дійсна частина результату кроку 4;

е) е) результат кроку 5 множиться на  $(-1)^{x+y}$ .

Нехай  $f(x,y)$  означає вхідне зображення після кроку 1 і нехай  $F(u,v)$  – його Фур'є-образ. Тоді Фур'є-образ вихідного зображення визначається виразом:

$$G(u,v) = H(u,v)F(u,v) \quad (3)$$

Множення функцій двох змінних  $H$  та  $F$  здійснюється поелементно. Це означає, що перший елемент функції  $H$  множиться на перший елемент функції  $F$ , другий на другий і так далі.

Фільтроване зображення отримується обчисленням оберненого перетворення Фур'є від Фур'є-образу  $G(u,v)$ :

$$\text{Фільтроване зображення} = \tau^{-1}[G(u,v)] \quad (4)$$

Шукане зображення отримується виділенням дійсної частини з останнього результату і множенням на  $(-1)^{x+y}$ , щоб зкомпенсувати ефект від множення вхідного зображення на ту ж величину.

Крім множення на  $(-1)^{x+y}$ , така обробка може включати обрізання вхідного зображення так, щоб його розміри прийняли наблизчі чіткі значення по відношенню до вхідних (це необхідно для правильного центрування Фур'є-перетворення), масштабування по яскравості, перетворення формату вхідних даних до формату з плаваючою комою і перетворення формату вихідних даних у 8-бітові цілі. Можливі багатоступеневі процедури фільтрації, а також різноманітні операції попередньої і заключної обробки. Існують багато численні варіанти даної схеми. Але важливим залишається те, що метод фільтрації оснований на деякій зміні Фур'є-образу зображення за допомогою передатної функції фільтра, і подальшому оберненні результату для отримання вихідного зображення.

Частотні методи включають різні види фільтрів.

Фільтр-пробка представляє собою постійну функцію з вирізом у початку координат. Уся дія даного фільтра зводиться до того, що значення  $F(0,0)$  буде

обернено в 0, а інші частотні компоненти Фур'є-перетворення залишаються незачепленими, що й потребується .

Можна дивитися на частотний простір як на «лабораторію», у якій відповідність між зображенням і його частотним умістом є корисним інструментом дослідження. Численні приклади показують, що деякі завдання по покращенню зображень, пряме рішення яких у просторовій області винятково складно або навіть неможливо, стають майже тривіальними в частотній області. Один раз вибравши деякий характерний фільтр за допомогою експериментування в частотній області, ми згодом звичайно здійснюємо реалізацію відповідного методу в просторовій області.

Найбільш важливий взаємозв'язок просторової й частотної областей фільтрації встановлюється відомим результатом, що носить назву теорема про згортку. В основі операції згортки лежить процедура, при якій ми рухаємо деяку маску по зображенню від елемента до елемента й для кожного елемента обчислюємо деяку заздалегідь визначену величину.

**Висновок.** Таким чином, великому різноманіттю областей використання та способів застосування зображень різної природи відповідає значна кількість методів та підходів до обробки зображень та покращення їх якості, але деякі з них є менш ефективними і стають застарілими в процесі розвитку технологій, їм на зміну приходять новіші й більш ефективні алгоритми, до числа яких відносять і вейвлет-перетворення

### Список використаної літератури

1. Малярець, Л. М. Сучасні оптимізаційні методи в середовищі MATLAB: навч. посіб.. Ч. 1 / Л. М. Малярець, Є. В. Рєзнік, Б. В. Сінкевич ; М-во освіти і науки молоді та спорту України, Харків. нац. екон. ун-т. - Харків: ХНЕУ, 2011. - 359 с.
2. Кірилов О.О., Філоненко А.А. Комп'ютерна обробка зображень. – К.: Інформаційно-видавничий центр НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського", 2014. 368 с.
3. Шаталін, І. М., & Бородін, І. В. (2019). «Візійні системи контролю сільськогосподарських машин.». *Техніка та технології агропромислового виробництва*, 4(135). С.105-114
4. Кравченко, В. (2016). «Впровадження візійних технологій в сучасні сільськогосподарські машини.» *Зернові Технології*, С.12-15.
5. Кірилов О.О., Філоненко А.А. Математична модель зображення. Інформатика та обчислювальна техніка. 2015. № 1. С. 23-28.

Maryna SHYNKARUK<sup>20</sup>,  
4th year student,  
Faculty of Engineering and Technology,  
Vinnytsia National Agrarian University  
Vinnytsia, Ukraine

## OVERVIEW OF MODERN TECHNOLOGIES FOR INACTIVATION OF ANTI-NUTRIENTS IN SOYBEANS

**Annotation.** *The study examines technologies for inactivating anti-nutrients in soybeans, including proteolytic enzyme inhibitors. In addition, soybeans have two trypsin inhibitors that bind cystine and methionine. Protease inhibitors include trypsin and chymotrypsin inhibitors, which are naturally occurring substances in soybeans that protect them from being eaten by birds and rodents and from the development of microflora. Depending on their heat resistance, anti-nutrients can be classified as thermolabile and thermostable.*

**Keywords:** *soybeans, anti-nutrients, inactivation, micronization, trypsin inhibitors, urease, phytohemagglutinins, phytates.*

**Анотація.** *У дослідженні розглядаються технології інактивації антипоживних речовин у сої, зокрема інгібіторів протеолітичних ферментів. Крім того, у сої є два інгібітори трипсину, які зв'язують цистин і метіонін. До інгібіторів протеаз належать інгібітори трипсину та хімотрипсину — речовини, які природно містяться в сої і захищають її від поїдання птахами та гризунами, а також від розвитку мікрофлори. Залежно від термостійкості, антипоживні речовини можна класифікувати на термолабільні та термостійкі.*

**Ключові слова:** *соя, антипоживні речовини, інактивація, мікронізація, інгібітори трипсину, уреаза, фітогемаглютиніни, фітати.*

**Entry.** Soybeans, depending on their varietal characteristics and growing conditions, can contain 27-50% protein, 15-28% oil, and 14-33.2% carbohydrates. Soybeans also contain the optimal amount of such nutrients as mineral salts from 3.2 to 4.2%; calcium from 320 to 350 mg; iron from 9.2 to 14.9%; phosphorus in significant amounts of vitamins P, C, PP, E, and in small amounts of A, B1, B2, B3, B6, K - all this indicates the high potential nutritional value of soybeans [1].

A negative factor is that soy proteins contain inhibitors of proteolytic enzymes. In addition, soybeans have two trypsin inhibitors that bind cystine and methionine. The most negative effect of trypsin inhibitors is water-soluble Kunitz and alcohol-soluble Baumann-Birk [2].

---

<sup>20</sup>Academic supervisor – Volynets Y.O., assistant department occupational safety and biotechnical systems in animal husbandry.

Once in the stomach, only a portion of soybean inhibitors lose up to 30-40% of their activity. The other part, entering the digestive system in an active form, inhibits enzymes produced by the pancreas, which leads to its hypertrophy and dramatically reduces the digestibility of soy protein. This explains the relevance of research aimed at substantiating technologies that reduce the inhibitory activity of soybeans during its processing [3].

The purpose of the research was to study modern methods and technological solutions aimed at optimizing the preservation of useful characteristics of soybeans and reducing the content of anti-nutrient components. To inactivate these anti-nutrients, physical, chemical and biological methods of legume processing are used. As a result of heat treatment, the nutritional value of beans increases, namely, the digestibility of proteins increases by up to 90%, and the contamination of beans with microflora is significantly reduced. The amount of trypsin inhibitor in soybeans after roasting with a roaster significantly decreased by 2.45 times, and lipoxygenase activity - by 2.71 times. One of the most attractive and highly effective, but not sufficiently studied, methods of heat treatment of legume seeds called micronization. In this case, the process of inactivation of anti-nutrients in soybeans is very fast - within 50...70 seconds, the nutritional value of protein is significantly increased, and the energy value increases (approximately from 7800 to 16000 kJ/kg). The technology of neutralization of anti-nutrients in soybeans based on their heat treatment in a 2.5 % solution of calcium hydroxide is considered. Processing of soybeans according to the developed technology allows to obtain feed without urease activity, and the content of trypsin inhibitor is at the level of 2-3 mg/g.

**Statement of the main material.** Soybeans are the only feed crop that is both a super concentrate of protein and gross energy. Soybeans are rich in polyunsaturated fatty acids, phospholipids, macro- and microelements, vitamin E, and fiber. However, soybeans contain more than a dozen anti-nutrients [4].

According to their heat resistance, antinutrients can be classified into heat-sensitive and heat-resistant (Table 1) [5].

**Table 1**

*Antinutrients in soybeans*

<b>Heat-sensitive</b>	<b>Heat-resistant</b>
Protease inhibitors	Saponins
Lectini	Estrogens
Goitrogeni	Cyanogens
	Phytates
	Oligosaharidi
	Antigens

Soybean anti-nutrients can also be classified according to their chemical composition and properties. The general classification of anti-nutrients in soybeans is shown in table 2.

**Table 2*****Antinutrient content of soybeans***

<b>Substance</b>	<b>Content in soybeans (per 100 g)</b>
Phytates (phytic acid)	1.0-2.2 g
Lectini	0.2-1.0 g
Proteases (proteinases)	less than 0.1 g
Trypsin inhibitors	less than 0.2 g
Phytoestrogens (isoflavones)	20-100 mg
Saponins	0.01-0.03 g
Oxalate (oxalate acid)	up to 0.2 g
Trypsin inhibitors	3-20 mg
Phytinase (phytase)	100-700 FTA units
Антиоди (антигодини)	less than 0.01 g

Protease inhibitors include trypsin and chymotrypsin inhibitors, which are substances that are naturally present in soybeans to protect them from being eaten by birds and rodents and from the development of microflora. If raw soybeans are consumed by non-ruminant animals, protease inhibitors bind the enzymes trypsin and chymotrypsin secreted by the animal's pancreas, thereby reducing the efficiency of feed protein digestion. Feeding native soybeans leads to a decrease in animal growth rates and a decrease in feed conversion rates. Raw soybeans contain two main protease inhibitors - the Kunitz inhibitor and the Baumann-Birk inhibitor. The latter is more resistant to heat, alkalis and acids. In raw soybeans, the presence of these inhibitors is 1.4 and 0.6%, respectively. The maximum permissible activity of trypsin inhibitors for young animals is 3 mg/g per natural soybean or for every 10% of protein, there should be no more than 1 mg/g of trypsin inhibitors [6]

Soy lectins or phytohemagglutinins are glycoproteins with a content of 3% in soybeans, which are associated with the toxicity of soybeans, they cause multiple thrombosis in the capillaries of the mucous membrane of the gastrointestinal tract of animals, which leads not only to a sharp decrease in food absorption, but also to a significant disruption of digestive function. It has also been found that, in addition to red blood cells, lectins can agglutinate other animal cells, including intestinal epithelial cells and lymphocytes. Soy lectins reduce insulin production in rats and reduce nitrogen retention in the body and increase urinary nitrogen excretion, indicating a link to protein metabolism [7].

Saponins are surface-active substances that mediate membrane transport in plants. They give raw beans a bitter flavor and have a hemolytic effect on red blood cells. Their role as an anti-nutritional factor has not been determined[8].

Factors that cause hormonal disorders in animals include glucosides that belong to the group of estrogenic isoflavones, such as genistein and daidzein, which contain about 0.1% in soybean protein. In experiments on female rats and mice, they caused an estrogenic reaction and reduced the calcium content in bones, which contributed to the development of rickets. Estrogenic isoflavones are quite harmful to the reproductive health of animals. They block aromatase, an enzyme that converts androgens into estrogens, and in males, 5-alpha-reductase, which inhibits the synthesis of

dihydrotestosterone. Estrogenic isoflavones also inhibit the secretion of luteinizing hormone and stimulate the synthesis of a protein by the liver that binds free sex hormones [9].

Oligosaccharides form the majority of the carbohydrate fraction of soybeans. Only about 2% of the carbohydrate fraction is starch and 6% is cellulose compounds. Non-starchy oligosaccharides impair digestion (intestinal cramps, diarrhea, and flatulence) due to the lack of appropriate digestive enzymes.

Antigenic substances (glycinin and  $\beta$ -conglycinin) cause the formation of antibodies in the blood serum of calves and small piglets in the stage of sexual maturity. They prevent the growth of certain beneficial bacteria in the gastrointestinal tract. Therefore, the use of soybean meal carries certain risks in diets for young farm animals.

In order to inactivate these anti-nutrients, physical, chemical and biological methods of legume processing are used [10].

Thermal (physical) treatment has long been used as the main method of destruction of antinutrients in raw soybeans. Various technologies have been developed based on a single principle: beans are heated for a certain time (Table 3) [11].

The modern method and technical means of post-harvest processing of soybeans, in particular heat treatment, are described in more detail in [12].

If soybeans are not subjected to preliminary heat treatment, they cannot be used in feeding farm animals. Moreover, such feed can also have a negative impact on animal health. This is because soybeans contain active anti-nutrients of a protein nature that lose their activity when exposed to thermal factors [13].

**Table 3**

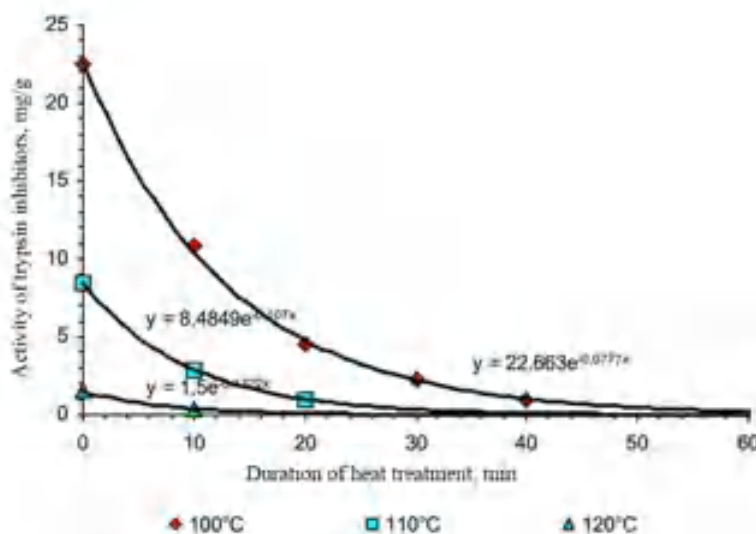
*Characteristics of industrial methods of heat treatment of soybeans*

Processing method	Mode of operation		Applied Equipment
	Duration, min.	temperature, °C	
Cooking or Steaming	60	100	Steam boiler MZS-244a, 374, D9-41A, VK-1
Igniting	10-20	180-200	Roasting unit A9-YUZHA, gas oven, dryer VS10-49
Extruding	0,2-0,3	110-160	Extruders KMZ-2, KMZ-2M, PEK-125×8
Micronization	1-1,5	140-200	Micronization Conveyor Plants
Microwave processing	6-9	110	Microwave furnaces of conveyor and carousel type
Wet-heat treatment	5-30	120-140	Steamers ASK-5 and ASK-10, Nerush apparatus, A9-5P5, screw steamer, vibration steamer, thermal chamber KTS02

However, low molecular weight compounds such as antihormones and antivitamin are highly thermostable. In the world practice, control over the neutralization of anti-nutrients and the suitability of soybean feed for feeding animals is carried out by determining the activity of trypsin inhibitors. Trypsin inhibitors have about half of the anti-nutritional activity of the anti-nutrient compounds in soybeans, and they are also the most thermostable compared to other protein anti-nutrients. In

practice, the level of thermal inactivation of anti-nutrients in soybeans is determined by the activity of urease, which inactivates in parallel with the inactivation of trypsin inhibitors.

The process of thermal inactivation of antinutrients in soybeans to a given level in time is nonlinear, which can be represented by the following equation  $t = aT-b$ , where  $t$  is the heat treatment time,  $T$  is the temperature, and  $b$  are the coefficients characteristic of this treatment method (Fig. 1).



**Fig. 1 Destruction of soybean trypsin inhibitors at 100°C, 110°C, 120°C depending on the duration of heat treatment**

As a result of heat treatment, the nutritional value of beans increases, namely, the digestibility of proteins increases to 90 %, and the contamination of beans with microflora is significantly reduced [14].

According to research [15], the amount of anti-nutrients in soybeans after treatment with the Roast-A-Matic roaster is significantly reduced (Table 4).

Urease activity in legumes after roasting decreased to a safe and almost minimal average level of  $0.04 \pm 0.003$  pH units. Raw soybeans contain a highly dangerous level of urease activity, which once again confirms the need for pretreatment of soybeans before feeding. The amount of trypsin inhibitor in soybeans after roasting with a roaster significantly decreased by 2.45 times, and lipoxygenase activity - by 2.71 times.

**Table 4**

**Changes in some components in soybeans after roasting with a Roast-A-Matic roaster**

Warehouse	Crude soybeans	Greased soy
Urease activity, units Ph	2.16±0.14	0.04±0.003
Trypsin inhibitor, mg/g	7.20±0.63	2.94±0.58
Lipoxygenase activity, units act.	0.19±0.045	0.07±0.006

One of the most attractive and highly effective, but not sufficiently researched, is the method of heat treatment of legume seeds called micronization, i.e. treatment of legume seeds called micronization, i.e. treatment of seeds with infrared rays with a

3wavelength of 1500...3500 nm. The process of inactivation of anti-nutrients in soybeans is very fast - within 50...70 seconds, the nutritional value of protein increases significantly, and the energy value increases (approximately from 7800 to 16000 kJ/kg).

The efficiency of soybean micronization depends on the following main factors:

- maximal (more complete) use of the infrared radiation flux;
- ensuring the most uniform irradiation of the entire surface of soybeans;
- ensuring uniform movement of soybeans in the thermal chamber;
- maximum degree of process automation.

Compared to other methods of heat treatment of soybeans, "high-temperature micronization" has significant advantages, in particular, at the current pace of development of information technology, this process can be fully automated and have the highest efficiency [16].

The Institute of Feed and Agriculture of Podillia NAAS has developed a technology for neutralizing anti-nutrients in soybeans, which is based on their heat treatment in a 2.5% solution of calcium hydroxide. The essence of the technology for neutralizing anti-nutrients in soybeans is that the beans are crushed into flour at the grain mill and soaked with water in a ratio of 1:4. In the process of soaking, calcium hydroxide is added to this feed mass in the amount of 25 g/kg of flour. The pH of the mixture is 11.6-12.0. Immediately after soaking, the mixture is heated to a temperature of 90-95°C with constant stirring. Heating can be carried out in any boiler of the VK-100 type, VK-1 boilers using hot steam (VKV300). The heat treatment process at a given temperature lasts 40 minutes. Processing of soybeans according to the developed technology makes it possible to obtain feed without urease activity, and the content of trypsin inhibitor is at the level of 2-3 mg/g.

It should be emphasized that thermal methods of processing legume grain are currently the main ones. When exposed to high temperatures, biopolymers undergo thermochemical reactions with water splitting: breaking of disulfide bonds, resulting in the loss of functional activity of antienzymes. It should be remembered that under inappropriate processing conditions, reactions of interaction of proteins and amino acids with reducing sugars occur. The compounds formed in these reactions are brown in color and are toxic to animals [18].

**Conclusion:** Research confirms that inactivation methods, such as physical, chemical and biological, effectively destroy anti-nutrients in soybeans, improving their nutritional value.

An important advantage of some inactivation technologies is their ability to destroy anti-nutrients without affecting the beneficial components of soybeans, such as proteins and vitamins.

Research also emphasizes the importance of optimizing the inactivation process to maximize efficiency in destroying anti-nutrients while ensuring that the beneficial components are retained.

Despite the progress made, there are additional areas of research, such as the use of combined inactivation methods to increase process efficiency and the development of new technologies to further improve the quality and nutritional value of processed



soybeans.

The introduction of modern inactivation technologies can have a significant positive impact both on the industry by providing improved quality of soy-based products and on consumer health by reducing the content of anti-nutrients that can be harmful.

### References

1. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pantsyreva H.V. Agribiological bases of soybean cultivation and ways to maximize its productivity: monograph. Vinnytsia: VNAU. 2020. 303 c.
2. Mazur VA, Tkachuk OP, Pantsyreva GV, Kupchuk IM Soybean in intensive agriculture. Vinnytsia. TVORY. 2022. 225 c.
3. Mandygra MS, Doletsky SP, Kutsan OT, Shevtsova GM, Romanko ME, Orobchenko OL, Gerilovich IO Study of the effect of genetically modified soybean line mon 89788 on the body of laboratory animals. Bulletin of Agrarian Science. 2018, №9. C. 32-38. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-05>
4. World soybean production as an inexhaustible source of plant proteins and Ukraine's place in the world market of soybean trade. Agrosvit, 2019. 10. C. 41-45. DOI: 10.32702/2306-6792.2019.10.41
6. Peisker M. Manufacturing of soy protein concentrate for animal nutrition. Feed manufacturing in the Mediterranean region. Improving safety: From feed to food. Zaragoza: CIHEAM, 2001. P. 103-107.
7. Obertyukh Y. V. Antinutrients of soybeans, their inactivation and technologies of soybean processing on an industrial basis and in farm conditions. Feed and feed production. 2012. Issue 71. C. 62-71.
8. Czerwiński J., Leontowicz H., Leontowicz M., Gralak M. A. Response of rats to a moderate intake of soybean lectin. Anim Feed Sci. 2005. № 14,(1). P. 537-540.
9. Ireland P. A., Dziedzic S. Z., Kearsley M. W. Saponin content of soya and some commercial soya products by high performance liquid chromatography of saponin. Sci. Food Agric. 2008. № 37. P. 694-698.
10. Іваненко Ф. В., Сінченко В. М. Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2005. 221 с.
11. Gilani, G. S., Cockell, K. A., Sepehr, E. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. Journal of the AOAC International. 2005, 88 (3). P. 967-987.
12. Bandura VM, Popiak OG Technological processes of soybean drying. Technique, energy, transport of the agro-industrial complex. 2019. № 2 (105). C. 52-58. DOI: 10.37128/2520-6168-2019-2-7.
13. Micronisation of soya beans is a promising method of obtaining a quality product for feed production (feed preparation). Modern poultry farming. 2011. №11/12. C.26-28.
14. Radchuk O. V., Plavynska S. V. Substantiation of the optimal choice of the method of heat treatment of legume grain. Bulletin of the SNAU. 2010. №1 (21). C. 37-41.

15. García, R., Martínez, C. Optimisation of Soybean Processing Parameters for Maximizing Nutritional Value. *Food Research International*, 2017. 96, P. 85-92. DOI:10.1007/s11694-017-9572-8

16. Shevchenko AM, Feshchenko DV, Romanyshyna T. Roaster treatment of soybeans as a method of deactivation of anti-nutrients. *Materials of the scientific and practical online conference 'Food safety and quality in the concept of "One Health" (Lviv, 1-2 June 2023)*. Lviv, 2023. С. 39-40.

17. Plavynskyi V. I., Plavynska S. V., Plavynska O. V. Problems of micronisation of soya beans. *Mechanisation and automation of production processes*, 2016. № 10/2 (30). С. 127-132.

18. Antinutrients of soybeans and methods of their neutralisation. *Modern technological view*. Ancorex: website. URL: <https://www.ankores.com.ua/ua/publications/antipozhivni-rechovini-soyi-ta-sposobiyih-nejtralizaciyi-suchasnij-tehnologichnij-poglyad/> (accessed 05.09.2024).

19. Ratych I., Gunchak A., Kyryliv B. Intentional destruction. *Our poultry industry*. 2013. No. 2. URL: [https://agrotimes.ua/article/navmisna\\_rujnaciya/](https://agrotimes.ua/article/navmisna_rujnaciya/) (access date 02.09.2024).

**Ярослав РЯБИЙ<sup>21</sup>**,  
студент 1-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## РОЗРОБКА РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОЛЬОВИХ РОБІТ

***Анотація:** У статті роздивившись певні роботизовані системи що використовуються для проведення польових робіт. Розповідається про переваги та недоліки роботизованих інновацій та смарт-технологій в агровиробництві, як вони впливають на підвищення продуктивності і зменшення затрат та фізичної праці. Роботи є важливою галуззю, яка сприяє розвитку і продуктивності сільськогосподарському сектору. Впровадження цих новаторських технологій допомагає мінімізувати людську працю, забезпечити високу продуктивність, а також дозволять досягти точності у виконанні завдань, проводити усі процеси якісно та своєчасно.*

***Ключові слова:** роботизовані системи, смарт-технології, діджиталізації, роботи, моніторинг, розвиток, впровадження, ефективність, розробка, інтегрування, продуктивність.*

***Annotation:** The article discusses certain robotic systems used for field work. It talks about the advantages and disadvantages of robotic innovations and smart*

---

<sup>21</sup>Науковий керівник: Борецька Т.Ю., асистент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

*technologies in agricultural production, how they affect productivity and reduce costs and physical labor. Robots are an important industry that contributes to the development and productivity of the agricultural sector. The implementation of these innovative technologies helps to minimize human labor, ensure high productivity, and also allow to achieve accuracy in the performance of tasks, to carry out all processes in a high-quality and timely manner.*

**Keywords:** *robotic systems, smart technologies, digitalization, robots, monitoring, development, implementation, efficiency, development, integration, productivity.*

**Вступ:** Роботи в агро радикально зменшують обсяги залучення робочої сили, вони мають потенціал для істотної трансформації аграрної галузі. Використовуючи роботизовані технології, фермери можуть підвищити ефективність свого господарства, поліпшити врожайність, зменшити шкідливий вплив на довкілля.

Роботизація в с/г відіграє важливу роль у вирощуванні та обробці сільськогосподарської продукції. Розглянемо як використання різноманітних інструментів точного землеробства для збору інформації, супутниковий моніторинг, GPS-навігація, безпілотні літальні апарати, роботизовані системи, використання специфічного програмного забезпечення, а також їх розробка, виготовлення та якісне сервісне обслуговування впливають на підвищення продуктивності праці сучасного аграрія.

Мета: Впровадження в сільському господарстві роботизованих технологій, які дозволяють значно скоротити фізичні зусилля і багаторазово збільшити продуктивність підвищити ефективність свого господарства, поліпшити та збільшити врожайність, зменшити шкідливий вплив на довкілля шляхом автоматизації всіх процесів.

**Виклад основного матеріалу:** Підготовка сучасного агроінженера вже давно не обмежується вивченням будови технічних засобів та отриманням навичок її раціонального використання для підвищення продуктивності праці. Аграрне виробництво в Україні дедалі динамічніше рухається в бік діджиталізації та інформатизації, впровадження та використання платформ зі штучним інтелектом, інших цифрових інновацій. І з кожним роком тенденція щодо використання цифрових смарт-технологій в агровиробництві тільки збільшується, визначаючи напрям розвитку агробізнесу і в нашій країні. [

Використання різноманітних інструментів точного землеробства для збору інформації, супутниковий моніторинг, GPS-навігація, безпілотні літальні апарати, роботизовані системи, використання специфічного програмного забезпечення, а також їх розробка, виготовлення та якісне сервісне обслуговування потребують спеціалістів здатних вирішувати технічні завдання будь-якої складності.

З огляду на те, що людей на нашій планеті з кожним роком стає дедалі більше і потреба в продуктах харчування зростає, не викликає сумнівів, що аграріїв очікують нові виклики – підвищення ефективності виробництва

більшості сільськогосподарських культур. За оцінками ФАО, площа орних земель у світі до 2050 року зросте всього лише на 4,3%. Таким чином, на базі тих самих земельних ресурсів нам потрібно буде досягти набагато вищих показників врожайності з одиниці площі, ніж сьогодні. А одним із перспективних способів підвищення продуктивності праці є використання робототехніки. Сьогодні роботів можна зустріти в багатьох сферах людської діяльності: машинобудуванні, медицині, легкій промисловості. В останні роки дедалі більший інтерес як сфера застосування автономних машин викликає і сільське господарство.

Часто роботів використовують не замість людської праці, а на допомогу працівникам. Наприклад, компанія Augean Robotics створила робота під назвою Вигто для допомоги збиральникам винограду, аби переміщувати зібраний виноград з поля до вантажівки. Під час нещодавніх польових випробувань одному з членів бригади було доручено оптимізувати використання машини, що призвело до підвищення загальної ефективності роботи бригади збиральників на 15-30%.

Розглянемо приклади роботів, які часто використовують для допомоги працівникам у виконанні польових робіт.

- *Обрізувач виноградної лози Wall-Ye*

Розробка винахідника Крістофа Міллота, – один із роботів, розроблений для виконання робіт на виноградниках. До його завдань входить обрізання та пасинкування (видалення непродуктивних молодих пагонів), а також збір важливих даних про стан ґрунту, плодів і лози. [3]



*Рис. 1. Wall-Ye та розробник Крістоф Міллот*

- *AgBot II – робот для боротьби з бур'янами*

Австралійські вчені та інженери сконструювали робота, що може розпізнавати бур'яни, а потім вибрати один зі способів, як їх позбутися. AgBot II може знищувати бур'яни трьома методами: хімічним, механічним і термічним. Наприклад, якщо роботу трапляються стійкі до гербіцидів бур'яни, то він може видалити їх за допомогою механічної руки або мініатюрного пальника.



*Рис. 2. AgBot II*

- Field Flux Robot – експерт із визначення азоту

Компанія Adigo розробила робота, який за годину визначає потрібну кількість оксиду азоту яку потрібно внести щоб запобігти нанесенню шкоди рослинам. Створений апарат проводить необхідний аналіз ґрунту за допомогою спеціальних алюмінієвих блоків.



*Рис. 3. Field Flux Robot*

- Робот для збирання перцю

Розроблений в науководослідному центрі м. Вагенінген (Нідерланди) робот для збирання солодкого перцю вміє визначити місцезнаходження рослин, наблизитись до них і відокремити та зібрати стиглі плоди, утримуючи гілки.



*Рис. 4. Робот для збирання перцю*

- Ecorobotix – робот для внесення гербіцидів

Компанія Ecorobotix презентувала цього робота два роки тому. Робот

оснащений камерами, завдяки яким він може відрізнати бур'яни від інших рослин.



*Рис. 5. Ecorobotix*

- Ladybird – апарат для контролю стану посівів

Створений інженерами з Університету Сіднея (Австралія) робот Ladybird, що працює на сонячних батареях,. На ньому встановлено цілу низку датчиків і сонячних панелей, завдяки яким робот цілодобово стежить за ростом рослин і появою шкідників. У Ladybird є також механічна рука, якою він видаляє на полі бур'яни.



*Рис. 6. Ladybird*

- Rosphere – сфера для моніторингу полів

Цей сферичний робот був створений дослідниками з Мадридського університету для збору інформації про стан ґрунту та посівів. Він оснащений GPS трекером і датчиками, за допомогою яких збирає інформацію про стан посівів, ґрунту, його температуру та вологість. Далі вся ця інформація передається на комп'ютер агронома.



*Рис. 7. Rosphere*

- *BoniRob* – апарат для боротьби з бур'янами

Робот BoniRob нового покоління здатний відрізняти різні сільськогосподарські культури від бур'янів і може знищувати останні механічним способом без застосування гербіцидів.



*Рис. 8. BoniRob*

- *Aquarius* – робот для поливу рослин у теплицях

Робот Aquarius використовується для поливу тепличних рослин. Для цього апарат обладнаний спеціальним баком для води. Робот за допомогою сенсорів аналізує, скільки води потрібно кожній рослині, й сам визначає норму виливу.



*Рис. 9. Aquarius*

- *Vitirover* – робот для знищення бур'янів на виноградниках

Vitirover – це робот, призначений для зрізання трави та бур'янів у посадках винограду. Завдяки датчикам і GPS-трекеру він вміє відрізняти виноград від інших рослин і може рухатися по полю без сторонньої допомоги.



*Рис. 10. Vitirover*

- *Oz* – помічник для прополювання грядок

Компанія Naïo Technologies розробила автономного робота на ім'я Oz, що може прополювати грядки, знищуючи бур'яни. Крім видалення бур'янів, Oz може також допомогти в переміщенні невеликих вантажів.



*Рис. 11. Oz*

- *Rowbot – робот для моніторингу посівів кукурудзи*

Rowbot може стежити за станом і розвитком посівів, а також аналізувати вміст азоту в ґрунті. Якщо він виявить, що азоту в ґрунті недостатньо, то може розрахувати потрібну дозу і навіть внести її (рис. 12)



*Рис. 12. Rowbot*

Поки що впровадження роботів в агро перебуває на початковому етапі. Відповідно, далеко не всі технології відпрацьовані, тож з чим найчастіше стикаються виробники роботизованих систем?

*Недосконалість програмного забезпечення машин.* Це призводить до обмеження їхньої функціональності. Хоча машини можуть чудово справлятися з простими, повторюваними завданнями, складні завдання нерідко викликають проблеми.

Автономна роботизована техніка має керуватися через інтернет. При цьому далеко не скрізь на полях є зв'язок. Також поганий зв'язок або його відсутність можуть бути основною проблемою, коли машина стикається з перешкодами. Без зв'язку для отримання команд машина стоятиме на місці, аж поки перешкода не зсунеться або оператор вручну не перезавантажить її. Це може зайняти багато часу і значно знизити підвищення ефективності, яке покликано забезпечити роботизовані технології.

Великою проблемою є висока початкова ціна роботизованих технологій. У багатьох випадках початкових вартостей таких машин є значною. Час від часу лунають заклики до створення загальної модульної архітектури роботизованих



машин з відкритим кодом, щоби стартапам не доводилося щоразу винаходити велосипед. Іншими словами, пропонується створити своєрідну бібліотеку розробок, в якій можна було б за адекватну ціну купувати вже створені продукти: різноманітні елементи програмного забезпечення та окремих частин роботизованих машин. Зрештою, лише супутникових зв'язків може забезпечити повноцінне якісне покриття

Тільки вирішення усіх перелічених проблем дасть змогу учасникам ринку розкрити весь потенціал роботизованих машин і гарантувати, що ці машини відіграватимуть вирішальну роль у майбутньому сільськогосподарства.

**Висновок:** Розробка, залучення та застосування роботизованих технологій в агро відкриває нові можливості для підвищення ефективності та продуктивності аграрних підприємств. Використання сучасних технологій, таких як роботи, штучний інтелект, інтернет речей (IoT) та безпілотні літальні апарати, трактори та машини дозволяє значно оптимізувати виробничі процеси, мінімізувати вплив людського фактора та зменшити витрати людських ресурсів. В результаті заміщення людської праці на роботу машин підвищується екологічність продукції, скорочуються втрати врожаю, поліпшується контроль за станом посівів та тварин, що в цілому сприяє сталому розвитку сільського господарства.

Однак, повна інтеграція автоматизованих рішень в агро сфері та сільському господарстві стикається з рядом викликів, таких як висока вартість впровадження нових технологій, необхідність підготовки спеціалістів для роботи з ними, недосконалість програмного забезпечення машин та адаптація існуючих інфраструктур. Подальші дослідження та розробки в цій галузі мають бути спрямовані на вирішення цих питань і створення доступних рішень для малих та середніх фермерських господарств.

Таким чином, роботизація фермерства є важливим кроком до майбутнього сільського господарства, де ефективність, екологічність та інноваційність стають ключовими факторами успіху.

### Список використаної літератури

1. Інтелектуальні рішення в агробізнесі iFARMING , потенціал роботехнологій: вебсайт URL:<https://ifarming.ua/novini-i-podii/potencial-robotehnologij> ( дата звернення 18.09.2024р.)
2. Лекція з дисципліни «Система точного землеробства» від менеджера компанії «КУН-Україна» Дмитра Довженка: вебсайт URL:<https://nubip.edu.ua/node/125774> (дата звернення 19.09.2024р.)
3. Журнал агроном, стаття Роботи в сільському господарстві. Що нас чекає у майбутньому: вебсайт URL: <https://www.agronom.com.ua/roboty-v-silskomu-gospodarstvi-shho-nas-chekaye-u-majbutnomu/> ( дата звернення 20.09.2024р.)

**Микола ІВАНОВ<sup>22</sup>,**  
студент 2 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ЗА РАХУНОК МОДЕЛЮВАННЯ НА ЕОМ**

***Анотація.** Стаття присвячена питанням роботи насосної станції в контексті використання її імітаційної моделі для розробки оптимального керування та контролю. Моделювання допомагає дослідити роботу асинхронного двигуна в різних режимах і вибрати оптимальні керуючі параметри для максимальної енергоефективності та ресурсозбереженості.*

***Ключові слова:** імітаційне моделювання, асинхронний двигун, насосна станція.*

***Annotation.** The article is devoted to issues of pumping station operation in the context of using its simulation model for the development of optimal management and control. Modeling helps to investigate the operation of an asynchronous motor in different modes and to choose the optimal control parameters for maximum energy efficiency and resource conservation.*

***Key words:** simulation modeling, asynchronous motor, pumping station.*

**Вступ.** Електроприводи насосних станцій є ключовою енергетичною основою сучасного виробництва, споживаючи близько 60% загальної електроенергії. Відповідно, найбільший потенціал для енергозбереження можна досягти саме в цій сфері. Значну частину електроенергії використовують електроприводи, що працюють на асинхронних електродвигунах з короткозамкненим ротором, які широко застосовуються в повсякденному житті. Основний шлях до енергозбереження полягає в переході від нерегульованих електроприводів до регульованих. Це напрямок активно розвивається у світовій практиці завдяки двом важливим факторам: значному зростанню вартості енергоресурсів та суттєвим досягненням у галузі силової електроніки і мікроелектроніки. Тому актуальним є дослідження імітаційних моделей роботи асинхронних двигунів насосних станцій з метою визначення оптимальних параметрів роботи та підвищення енергоефективності. Метою даної статті є визначення оптимальних режимів роботи асинхронного двигуна насосної станції за допомогою моделювання його роботи на ЕОМ.

**Виклад основного матеріалу.** Основними активними регулюючими пристроями системи водопостачання є насосні агрегати з асинхронними двигунами, керування якими здійснюється за допомогою перетворювачів

---

<sup>22</sup>Науковий керівник: завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Граняк Велерій Федорович

частоти, що дозволяє створити надійну й ефективну систему регулювання.

Запропонована система є одноконтурною системою управління, з одним зовнішнім контуром - контуром тиску.

Структурна схема проектованої системи представлена на рис. 1.

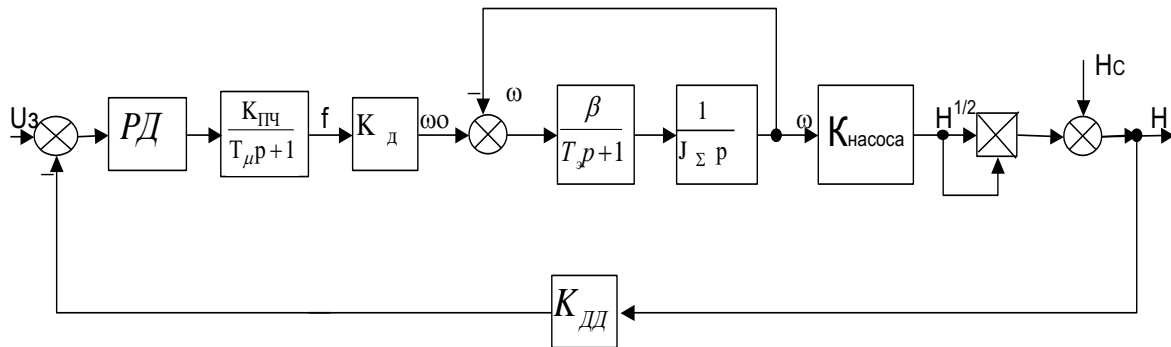


Рис. 1. Структурна схема електромеханічної системи:

де РД – регулятор тиску;

$K_d$  – коефіцієнт передачі двигуна:

$$K_d = \frac{2\pi}{p} \quad (1)$$

$K_{дт}$  - коефіцієнт зворотного зв'язку по тиску:

$$K_{\lambda\delta} = \frac{U_c}{I_i} \quad (2)$$

Розрахунок параметрів об'єкту управління. У загальному випадку об'єкт управління описується наступною функціональною схемою (рис. 2).

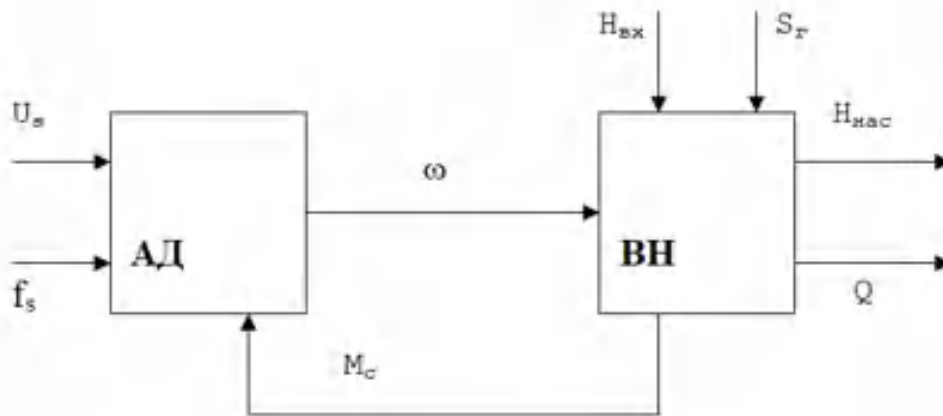


Рис. 2. Функціональна схема насосного агрегату.

Позначення на рисунку:

АД – асинхронний двигун;

ВН – відцентровий насос;

$U_s$  – напруга статора, В;

$f_s$  – частота напруги статора, Гц;

$\omega$  – кутова швидкість обертання ротора і робочого колеса насоса, рад/с;  
 $M_c$  – статичний момент навантаження на валу двигуна, Нм;  
 $H_{нас}$  – тиск на виході насоса, м;  
 $H_{вх}$  – тиск на вході насоса, м;  
 $Q$  – продуктивність насоса, м<sup>3</sup>/с;  
 $S_r$  – гідравлічний опір магістралі.

Як відомо, навантаження відцентрових і осьових насосів, вентиляторів і інших механізмів типу вентилятора називається навантаженням вентилятора. Статичний момент в подібних механізмах залежить від швидкості обертання робочого колеса в другому ступені. Для виведення залежності моменту опору на валу двигуна від його швидкості обертання необхідно мати математичні вирази характеристики насоса і характеристики трубопроводу.

Основними параметрами насоса є напір і подача. Подачею  $Q$  називається об'єм рідини, що подається насосом в одиницю часу.

Напір  $H$  визначається як різницю енергії яка міститься в 1кг рідині (питомої енергії) на ділянці від входу в насос до виходу з нього.

Диференційне рівняння яке описує насос [9] має вигляд:

$$\frac{m}{\rho g} \dot{Q} + s^2 (a + a_\phi) Q^2 = s^2 \frac{H_{0н}}{\omega_n^2} \omega^2 + s^2 H_{ст}, \quad (2)$$

де  $m$  - маса води в насосі і трубопроводах;

$g$  - прискорення вільного падіння;

$\rho$  - щільність рідини.

Згідно з цим рівнянням можна скласти наступну схему (рис 3).

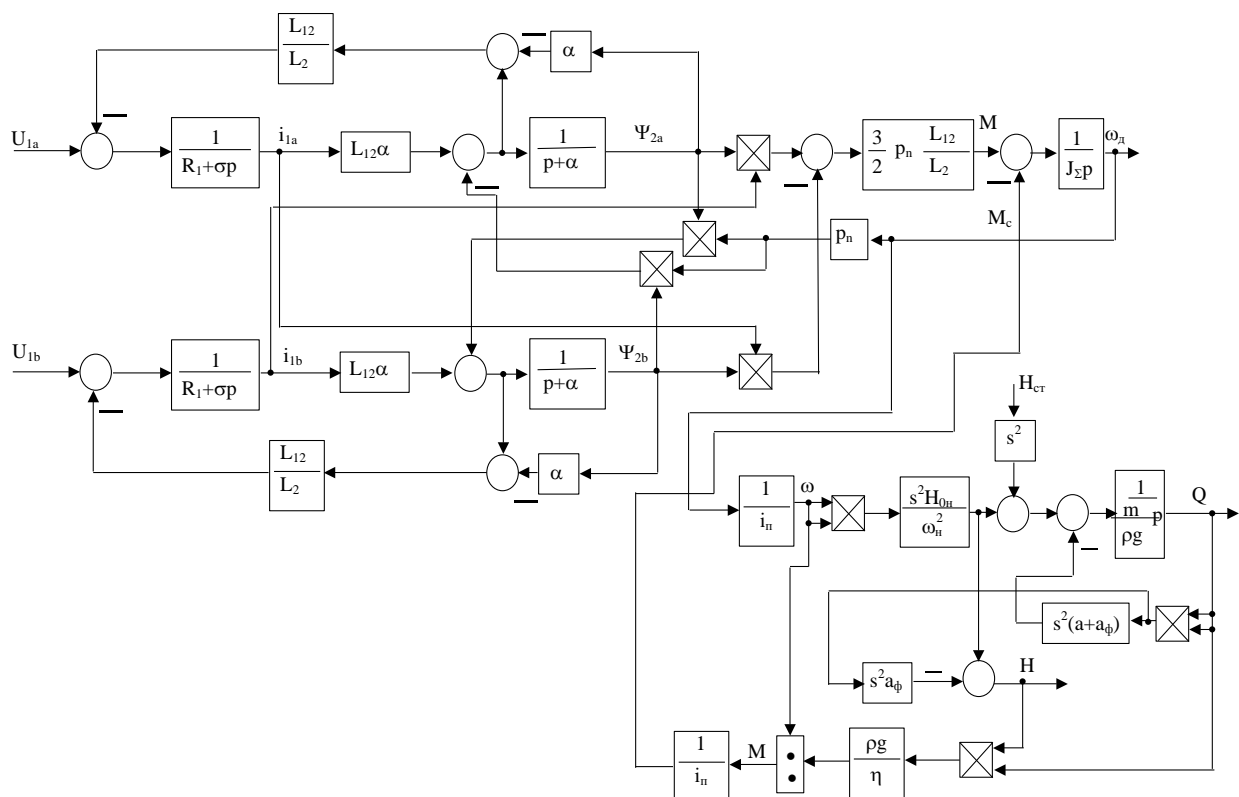


Рис. 3. Структурна схема насосної установки

Приведена вище схема є занадто громіздкою і вимагає обліку багатьох параметрів рідин, що визначаються в динаміці. Для вирішення завдань автоматизації доцільно лінеаризувати цю схему використовуючи подібності (3).

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (3)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}$$

Прийнемо  $Q_2 = Q_H$ ,  $H_2 = H_H$ ,  $\omega_2 = \omega_H$ ;  $Q_1 = Q_*$ ,  $H_1 = H_*$ ,  $\omega_1 = \omega_*$ ;

де  $Q_H$ ,  $H_H$ ,  $\omega_H$  – номінальні значення параметрів насосної установки;

$Q_*$ ,  $H_*$ ,  $\omega_*$  - поточні значення параметрів насосної установки.

Тоді рівняння (3) прийме вид (4) :

$$\frac{Q_*}{Q_H} = \frac{\omega_*}{\omega_H} \quad (4)$$

$$\frac{H_*}{H_H} = \frac{\omega_*^2}{\omega_H^2}$$

Виразимо значення тиску і подачу насоса через швидкість на валу двигуна (5) і (6) :

$$Q_* = \frac{Q_H}{\omega_H} \omega_* = k_1 \omega_* \quad (5)$$

$$H_* = \frac{H_H}{\omega_H^2} \omega_*^2 = k_2 \omega_*^2 \quad (6)$$

де  $k_1$ ,  $k_2$  – постійні величини.

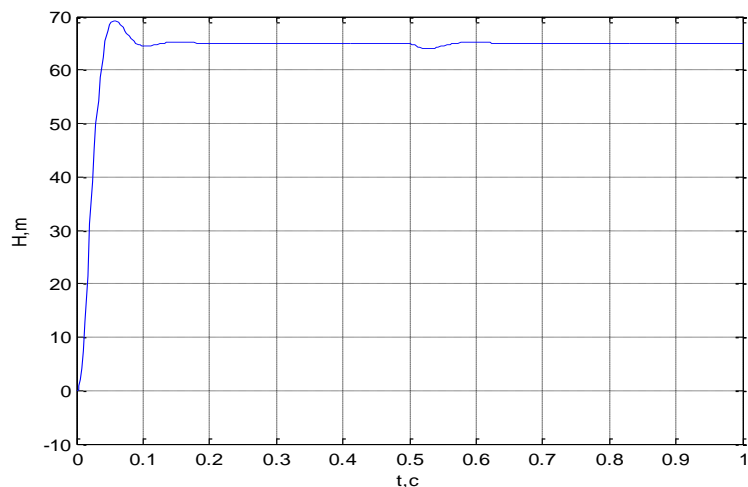
Якщо не враховувати інерційність перетворювача частоти і електромагнітних ланцюгів двигуна, вважаючи, що вони на порядок нижче, ніж постійна часу технологічного об'єкту, і зв'язок об'єкту і електроприводу через  $M_c$ , вважаючи, що жорсткість механічної характеристики двигуна досить висока, то структурну схему у разі управління

Для моделювання системи управління насосної установки скористаємося додатком Simulink пакету прикладного програмного забезпечення MATLAB 7.1.

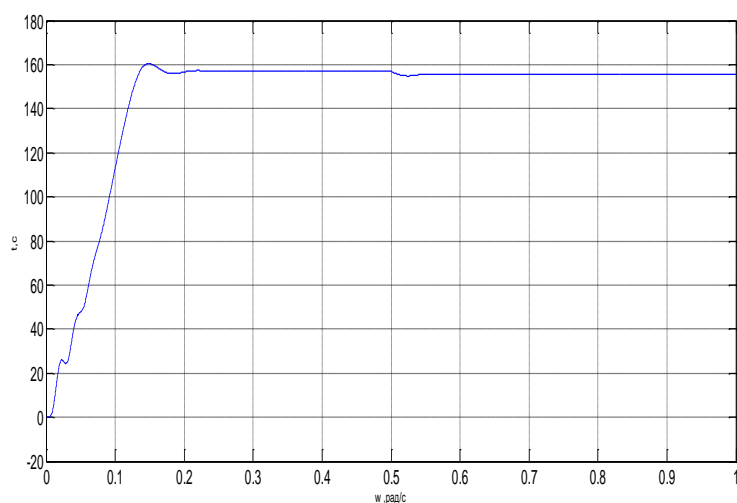
Слід зазначити той факт, що за реальних умов роботи пуск насосної установки, зміна тиску в споживчій мережі, не відбувається стрибкоподібно, а носить плавний характер.

Метою імітаційного моделювання є дослідження роботи установки в критичних режимах роботи, перевірка правильності синтезу регулятора. Дослідження перехідних процесів в системі стабілізації тиску проводимо з використанням спрощеної моделі АД і врахування постійної часу насоса. Для дослідження динаміки системи в додатку Simulink розроблена модель насосної установки, що дозволяє проводити моделювання з обліком і без урахування обмежень регулятора тиску і з можливістю подання на вхід системи завдання різного виду. Схема моделі САУ насосної установки приведена на рис. 4.





**Рис. 5. Графік перехідного процесу зміни тиску, при реакції на стрибок сигналу завдання без урахування обмежень на виході регулятора тиску і накидання навантаження**



**Рис. 6. Графік перехідного процесу зміни швидкості, при реакції на стрибок сигналу завдання без урахування обмежень на виході регулятора тиску і накидання навантаження**

Основні показники якості перехідних процесів:

При  $t = 0$  – був зроблений пуск двигуна на холостому ході.

При  $t = 0,5$  с – накидання навантаження.

Час перехідного процесу :  $t_n = 0,08$  с

Перерегулювання:

$$\sigma = \frac{H_{\max} - H_{уст}}{H_{уст}} \cdot 100\% = \frac{69 - 65}{65} \cdot 100\% = 6,1\% . \quad (7)$$

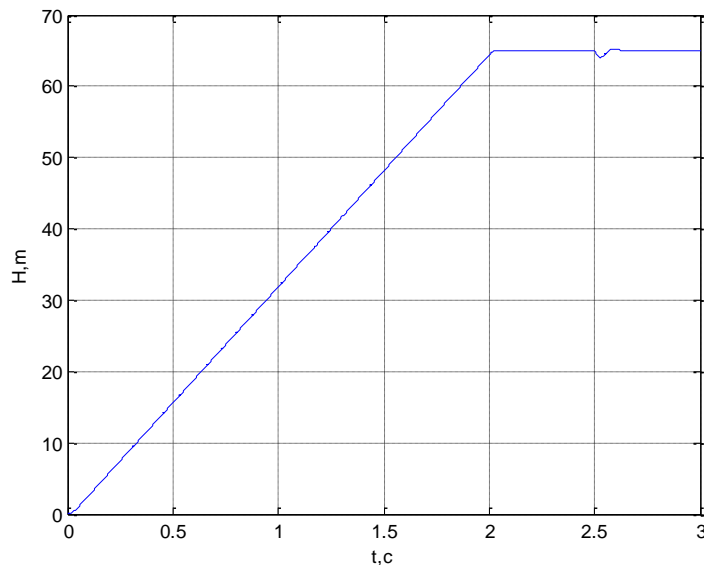
Динамічне падіння швидкості при накиданні навантаження:

$$\Delta H_{дин} \% = \frac{\Delta H}{H_{уст}} \cdot 100\% = \frac{65 - 64}{65} \cdot 100\% = 1,5\% . \quad (8)$$

Час відновлення тиску :  $t_\theta = 0,7$  с.

Плавне регулювання за допомогою програмного універсального ПД-

регулятора, вбудованого в перетворювач частоти, дозволяє плавно змінювати тиск в трубопроводі та підтримувати його на заданому рівні (рис. 7).



*Рис. 7. Графік перехідного процесу зміни тиску, при реакції на плавне наростання сигналу завдання без урахування обмежень на виході регулятора тиску і накидання навантаження.*

При введенні обмеження на вихідний сигнал регулятора, показники якості перехідних процесів погіршуються. А саме швидкодія системи дещо падає, а перерегулювання зростає. Використання на вході системи задатчика інтенсивності дозволяє забезпечити пуск насосної установки за заданий час без гідроудару, перерегулювання при цьому зменшується.

**Висновки.** 1. Розроблена система являє собою одноконтурну систему управління, з одним зовнішнім контуром - контуром тиску. Регулятор тиску за допомогою програмного універсального ПІД-регулятора, вбудованого в перетворювач частоти, дозволяє плавно змінювати тиск в трубопроводі та підтримувати його на заданому рівні.

2. Проведене моделювання системи управління насосної установки в програмі SIMULINK пакету прикладного програмного забезпечення MATLAB, показало правильність вибору структурної схеми насосної установки. Використання на вході системи задатчика інтенсивності дозволяє забезпечити пуск насосної установки за заданий час, без значних коливань моментів на валу двигуна, та тиску в трубопроводі.

### **Список використаної літератури.**

1. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В.. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.

2. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія. К.: Видавництво Ліра- К,



2016. 312 с.

3. Методи сучасної теорії управління: підручник /А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. Київ : Видавництво Ліра-К. 2019. 368 с.

4. Шефер О.В. Електропривод та автоматизація загальнопромислових механізмів: конспект лекцій. Полтава: ПолтНТУ, 2011. 154 с.

5. Щерба А.А. та ін. Електроніка та мікросхемотехніка: навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Победаш, В.А. Святненко. Київ, НТТУ "КПІ", 2013. 360 с.

**Анастасія МАРЧЕНКО<sup>23</sup>,**

студентка 4-го курсу,

Факультет технології виробництва, переробки та  
робототехніки у тваринництві,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

## **ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ПРОЦЕСАХ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ: АНАЛІЗ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

***Анотація.** У статті розглянуто сучасні методи оптимізації процесу теплопередачі та можливості вдосконалення теплообмінного обладнання для підвищення енергоефективності промислових систем. У статті досліджено сутність поняття «енергозбереження», встановлено взаємозв'язок з енергоефективністю, визначено відмінності в трактуванні зазначених понять, запропоновано заходи з енергозбереження, які сприятимуть підвищенню ефективності виробничої діяльності підприємств.*

***Ключові слова:** енергозбереження, теплопередача, промислові виробництва, енергоефективність, енергія, автоматизація.*

***Annotation.** The article discusses modern methods of optimizing the heat transfer process and the possibility of improving heat exchange equipment to improve the energy efficiency of industrial systems. The article examines the essence of the concept of «energy saving», establishes the relationship with energy efficiency, identifies differences in the interpretation of these concepts, proposes energy saving measures that will contribute to improving the efficiency of production activities of enterprises.*

***Keywords:** energy saving, heat transfer, industrial production, energy efficiency, energy, automation.*

**Вступ.** Енергозбереження у процесах теплопередачі є однією з ключових

---

<sup>23</sup>Науковий керівник: Граняк В. Ф. зав. кафедри, к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

складових сучасної промислової практики, оскільки ефективне використання енергетичних ресурсів не лише знижує витрати, але й сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. У світлі глобальних викликів, пов'язаних із зміною клімату та зростаючими цінами на енергію, питання енергоефективності стає все більш актуальним. Процеси теплопередачі, що включають кондукцію, конвекцію та радіацію, є основними механізмами, через які відбувається передача тепла в промислових системах. Від їх ефективності залежить не лише продуктивність виробництв, але й загальний рівень споживання енергії. Тому аналіз існуючих технологій та апаратів, що використовуються для теплопередачі, є необхідним для виявлення можливостей для вдосконалення. Сучасні інновації у сфері теплообміну та енергозбереження відкривають нові горизонти для підвищення ефективності промислових процесів. Впровадження новітніх матеріалів, автоматизованих систем управління та методів регенерації тепла дозволяє значно знизити втрати енергії.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Теплопередача є одним із ключових процесів у багатьох промислових виробництвах. Від ефективності цього процесу залежить не тільки продуктивність, але й енергоспоживання підприємства, що безпосередньо впливає на його економічну ефективність та екологічність. У сучасних умовах, коли витрати на енергію постійно зростають, питання енергозбереження стає особливо актуальним.

Теплопередача — це фізичний процес передачі теплової енергії між тілами або середовищами з різними температурами. Вона може відбуватися через теплопровідність, конвекцію та випромінювання. У промислових установках найчастіше використовуються перші два механізми.

Теплопередача відбувається трьома основними способами: кондукція, конвекція та радіація. Кожен з цих процесів має свої особливості і впливає на загальну ефективність системи.

1) Кондукція – це передача тепла через матеріали без їх переміщення. Коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda$ ) визначає, наскільки ефективно матеріал проводить тепло.

2) Конвекція – це передача тепла через рух рідин або газів, що може бути природним або примусовим.

3) Радіація – це передача тепла у вигляді електромагнітних хвиль.

З метою енергозбереження важливо оптимізувати ці процеси, щоб зменшити втрати тепла [1].

Процеси теплопередачі мають критичне значення для таких промислових секторів, як хімічна, харчова, нафтохімічна, металургійна, а також енергетика. Наприклад, у хімічній промисловості теплообмінники використовуються для нагрівання або охолодження речовин у процесах синтезу, у харчовій — для пастеризації та стерилізації продуктів, у металургії — для охолодження металевих виробів після їхньої обробки.

Енергоефективність — це один із ключових аспектів сучасного промислового виробництва. Оптиміальне використання теплової енергії дозволяє не тільки скоротити споживання паливних ресурсів, але й зменшити викиди

вуглекислого газу в атмосферу. Проте, у багатьох підприємствах існують значні втрати тепла через неефективні системи теплообміну.

Так, у Законі України «Про енергозбереження» зазначається, що енергозбереження – це «діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання й економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів у національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів» [2-4].

Енергозбереження в Україні, особливо в промисловому секторі, є критично важливим для підвищення ефективності виробництв та зменшення енергетичних витрат.

Промисловість України споживає близько 30,2% від загального обсягу енергоспоживання в країні. Це свідчить про те, що промисловий сектор є одним з основних споживачів енергії. В Україні функціонує близько 44 тисяч промислових підприємств, з яких 239 є великими (0,5%), 4854 – середніми (10,8%), а 39779 – малими (88,7%). За останні 5 років рівень енергоємності промисловості скоротився лише на 4%, незважаючи на зменшення обсягів споживання енергії на 39%.

Найбільшими споживачами енергії в Україні є:

- 1) металургійні та хімічні підприємства – близько 30% споживання.
- 2) виробники будівельних матеріалів – приблизно 15%.
- 3) інші галузі, такі як деревообробка, паперова промисловість і харчова промисловість, також суттєво впливають на загальне споживання.

У промислових виробництвах використовуються різноманітні технології для покращення енергозбереження в процесах теплопередачі:

Ізоляційні матеріали: Використання матеріалів з низьким коефіцієнтом теплопровідності ( $\lambda$ ) дозволяє зменшити втрати тепла через стіни, дахи та інші конструкції. Вибір матеріалів з високим опором теплопередачі (R) є критично важливим для забезпечення енергоефективності [2].

Системи регулювання: Впровадження автоматизованих систем контролю за температурою та тиском дозволяє оптимізувати роботу теплообмінників і зменшити споживання енергії.

Теплові акумулятори: Використання акумуляторів для накопичення надлишкової теплоти може допомогти у вирівнюванні пікових навантажень і підвищити загальну ефективність системи.

Основні проблеми, які впливають на ефективність теплопередачі:

- 1) Неправильна конструкція теплообмінників. Це може призвести до неповного використання теплової енергії та значних втрат.
- 2) Неврахування реальних умов експлуатації. Відсутність регулярного моніторингу та аналізу процесів призводить до того, що апарати працюють не на максимальній потужності.
- 3) Погане технічне обслуговування. Засмічені або пошкоджені теплообмінні поверхні знижують ефективність теплопередачі.

Енергозбереження – це комплекс заходів або дій, які приймаються задля

забезпечення найбільш ефективного використання енергетичних ресурсів, а енергоефективність – це відношення фактичного значення показника використання енергетичних ресурсів до теоретично досягнутого. Тобто вона є вимірювальною величиною, яка дає змогу оцінити результат процесу ефективного використання енергії. Розглядаючи визначення поняття «енергозбереження», можна зробити висновок, що стратегічною ціллю енергозбереження є підвищення енергоефективності в усіх галузях та країни у цілому, а основним завданням – визначення, якими заходами та наскільки можливо здобути це підвищення [5].

На відміну від енергозбереження, яке, головним чином, спрямоване на зменшення споживання енергії, енергоефективність – це корисна, ефективна витрата енергії. Говорячи про енергоефективність, маємо на увазі не лише енергозбереження, тобто економію енергії у повсякденному житті. Мова йде про раціональне та свідоме використання енергетичних ресурсів, доступних кожному, для їх дбайливого збереження.

Для забезпечення енергозбереження на підприємствах необхідно впровадити (рис. 1):

- 1) комплексне застосування економічних стимулів;
- 2) визначення джерел і напрямів фінансування;
- 3) створення бази для реалізації економічних заходів, використання системи державних стандартів під час визначення розмірів надання економічних пільг і застосування економічних санкцій;
- 4) уведення платні за нераціональне використання ПЕР;
- 5) надання юридичним і фізичним особам субсидій, дотацій, податкових, кредитних та інших пільг за стимулювання розробок, упровадження і використання енергозберігаючих технологій.

**Рис. 1. Економічні заходи та фінансові стимули для впровадження енергозберігаючих технологій**

*Джерело: сформовано автором на основі [1].*

Ефективність енергозбереження у виробництві досягається зі зростанням використання наявних енергетичних потужностей підприємства, оновленням основних засобів, застосуванням ефективного менеджменту, запровадженням сучасних менш енергоємних технологій виробництва, застосуванням нових видів енергії та енергоносіїв. Перехід на нові джерела енергії зумовлений значним скороченням вичерпних запасів енергії у світі та Україні зокрема.

Оптимальним із позиції енергозбереження та дотримання енергетичної, а отже, й економічної ефективності виробництва, для підприємств буде обсяг продукції, за якого граничні витрати енергоресурсів на його виробництво

дорівнюють граничній енергоцінності виробленої продукції. Це означає, що у виробничому процесі збільшення енерговитрат виправдане до тих пір, поки вони не перевищать величину енергоцінності продукції, отриманої від їх використання, що забезпечить конкурентоспроможність продукції підприємства.

Підвищення енергоефективності на підприємстві підвищує доходи підприємства і разом із тим приносить такі результати:

1) заощадження коштів, що забезпечує зростання конкурентоспроможності підприємства, особливо у разі зростання цін на енергоносії;

2) збільшення продуктивності через удосконалення виробничих процесів, що пов'язані зі способом використання енергії;

3) встановлення квот на викиди, що дає змогу знизити залежність від цін на енергоносії, зменшити ризики компанії, що, своєю чергою, підвищує вартість підприємства;

4) скорочення викидів у навколишнє середовище, через що покращується екологічний стан, а з ним – імідж підприємства [2].

Для зниження втрат тепла та підвищення енергоефективності підприємств розробляються та впроваджуються різноманітні вдосконалення теплообмінних апаратів. Основні напрямки модернізації включають:

*Підвищення теплопровідності матеріалів.* Матеріали, які використовуються для теплообмінних апаратів, мають вирішальне значення для ефективності передачі тепла. Використання металів з високою теплопровідністю, таких як мідь або алюміній, дозволяє значно скоротити втрати енергії. Однак, також варто звернути увагу на новітні матеріали, зокрема, наноматеріали, які мають унікальні теплофізичні властивості та можуть значно підвищити ефективність теплопередачі.

*Оптимізація конструкції теплообмінників.* Модернізація конструкції теплообмінників включає:

1) Збільшення поверхні теплообміну. Чим більша площа, тим більше тепла може бути передано з одного середовища в інше. Використання ребристих або ламелевих поверхонь є ефективним рішенням.

2) Оптимізація конфігурації каналів. Сучасні теплообмінники використовують складні конфігурації каналів для рідини або газу, що забезпечує більш ефективне розсіювання тепла та мінімізує втрати.

3) Зменшення гідравлічного опору. Це дозволяє зменшити витрати на перекачування рідин та забезпечує рівномірний розподіл теплоносія.

*Використання рекуперації тепла.* Одним із найбільш ефективних підходів до зменшення втрат тепла є впровадження систем рекуперації. Рекуператори дозволяють повернути частину відпрацьованого тепла назад у процес, що дозволяє зменшити кількість енергії, необхідної для нагріву або охолодження. У промислових установках це може бути реалізовано за допомогою теплообмінників, що використовують тепло вихідних газів або рідин для попереднього нагріву вхідних потоків [3].

Окрім традиційних методів вдосконалення, сучасна наука пропонує нові технології, які можуть значно підвищити енергоефективність промислових

процесів.

*Нанотехнології.* Нанотехнології відкривають нові можливості у підвищенні теплопровідності матеріалів. Наноматеріали, такі як графен, мають високу теплопровідність та міцність, що робить їх перспективними для застосування у теплообмінниках. Використання нанопокриттів на поверхнях теплообмінників дозволяє зменшити утворення накипу та збільшити ефективність передачі тепла.

*Інтелектуальні системи управління теплопередачею.* Сучасні теплообмінні апарати можуть бути оснащені інтелектуальними системами управління, які автоматично адаптують роботу апарату до зміни умов. Це дозволяє підтримувати оптимальний режим роботи, мінімізуючи втрати енергії та підвищуючи ефективність використання тепла.

*Використання відновлюваних джерел енергії.* Окрім вдосконалення традиційних методів теплопередачі, важливим аспектом є впровадження відновлюваних джерел енергії в промислові процеси. Сонячна енергія може бути використана для підігріву води або інших теплоносіїв, зменшуючи потребу в традиційних джерелах енергії.

**Висновки.** Отже, енергозбереження у процесах теплопередачі є важливим фактором для підвищення ефективності промислових підприємств та зменшення їхнього впливу на довкілля. Вдосконалення апаратів для теплопередачі через використання новітніх матеріалів, оптимізацію конструкцій, впровадження систем рекуперації та застосування інноваційних технологій дозволяє значно знизити енерговитрати та підвищити екологічність виробництва. Ефективність теплопередачі, поряд із впровадженням відновлюваних джерел енергії, є ключовим напрямком розвитку сучасної промисловості. Інвестиції в енергоефективні технології не тільки знижують витрати, але й допомагають промисловим підприємствам відповідати екологічним стандартам та вимогам сталого розвитку.

#### **Список використаних джерел**

1. Гаприндашвілі Б.В. Енергозбереження як чинник підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств. *БізнесІнформ* 2014. № 8. С. 213-217.

2. Гевко Р. Б., Дзядикевич Ю. В., Градовий В. В. Підвищення енергозбереження та енергоефективності виробництва продукції на підприємствах АПК. *Інноваційна економіка*. 2017. № 3–4. С. 157-161.

3. Дзядикевич Ю., Буряк М., Зінюк М. Деякі аспекти управління процесами енергозбереження та енергоефективності виробничої діяльності підприємств. *Економічний дискурс*. 2017. Вип. 2. С. 89-96.

4. Про енергозбереження: Закон України від 01.07.1994 р. №30: станом на 11 груд. 2005 р. URL: [https://zakononline.com.ua/documents/show/162782\\_595043](https://zakononline.com.ua/documents/show/162782_595043) (дата звернення: 26.09.2024).

5. Овчаренко Д. М. Закордонний досвід організації ефективного менеджменту з енергозбереження промислових підприємств. *Інвестиції: практика та досвід*. 2014. № 23. С. 69-74.

**Олег СОЛЯР<sup>24</sup>**,  
студент 1-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Анотація.** Робота присвячена системам навігації та техніки в геоінформаційних технологіях. У статті досліджено сучасні системи навігації та їхнє застосування в геоінформаційних технологіях (ГІС). Розглядаються основні типи навігаційних систем, такі як глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS), інерціальні навігаційні системи (INS) та інші технології, що забезпечують точне визначення просторового положення об'єктів. Аналізуються технічні аспекти застосування навігаційних систем у ГІС, зокрема, інтеграція даних навігації з геопросторовими базами даних та методи підвищення точності вимірювань. Особливу увагу приділено практичному застосуванню цих систем у різних галузях, таких як картографія, транспорт, екологічний моніторинг та містобудування.

**Ключові слова:** система навігації, геоінформаційні технології, GNSS, інерціальні навігаційні системи (INS), просторові дані, геопросторовий аналіз, картографія, екологічний моніторинг, транспорт, містобудування.

**Abstract:** The article explores modern navigation systems and their application in geoinformation technologies (GIS). It examines the main types of navigation systems, such as global navigation satellite systems (GNSS), inertial navigation systems (INS), and other technologies that ensure accurate spatial positioning of objects. The technical aspects of applying navigation systems in GIS are analyzed, including the integration of navigation data with geospatial databases and methods for improving measurement accuracy. Special attention is given to the practical use of these systems in various fields, such as cartography, transportation, environmental monitoring, and urban planning.

**Keywords:** navigation system, geoinformation technologies, GNSS, inertial navigation systems (INS), spatial data, geospatial analysis, cartography, environmental monitoring, transportation, urban planning

**Вступ.** Геоінформаційні технології (ГІТ) стали невід'ємною частиною

---

<sup>24</sup>Науковий керівник – Холодюк О.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу  
596

сучасного світу, забезпечуючи ефективне управління просторовими даними та підтримуючи прийняття рішень у різних галузях, від транспорту до екологічного моніторингу. Однією з основних складових геоінформаційної системи (ГІС) є системи навігації, які забезпечують точне визначення місцезнаходження об'єктів і дозволяють проводити моніторинг поверхні ґрунту та рослинності у режимі реального часу. Розвиток таких технологій, як глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS) та інерціальні навігаційні системи (INS), значно підвищують точність і надійність просторових вимірювань.

Метою роботи є дослідження сучасних інструментів геоінформаційних технологій, які дозволяють здійснювати просторовий аналіз, збирати, зберігати, обробляти та візуалізувати географічні дані. Завдяки ГІС стало можливим зручніше візуалізувати складні просторові дані, знаходити кореляції між природними та соціально-економічними факторами, а також здійснювати прогнози, що значно сприяє прийняттю рішень у багатьох сферах.

**Останні дослідження та публікації.** Системи навігації є ключовим елементом ГІТ, оскільки вони забезпечують точні дані про місцезнаходження, що є основою для будь-якого просторового аналізу. Основні навігаційні системи, що використовуються сьогодні в ГІС, включають глобальні навігаційні супутникові системи, інерціальні навігаційні системи, а також гібридні рішення, що поєднують різні технології для підвищення точності та надійності вимірювань. Глобальні навігаційні супутникові системи такі як GPS (США), Galileo (Європа) та BeiDou (Китай) є найпоширенішими глобальними супутниковими системами, які дозволяють отримувати координати з високою точністю та виконувати широкий спектр завдань, а саме, від моніторингу землекористування до створення детальних карт-завдань диференційованого внесення засобів захисту рослин та насіння. Завдяки GNSS (рис. 1) користувачі можуть отримувати інформацію про своє місцезнаходження у будь-який час і в будь-якій точці земної кулі. Основні переваги GNSS полягають у глобальному охопленні та високій точності, яка залежить від кількості видих супутників та використання корекційних сигналів, таких як системи диференціальної корекції (DGPS) або референсні станції RTK (real-time kinematic) [1, 2, 3].



*Рис. 1. Супутникова навігація «GPS IIF»*

Інерціальні навігаційні системи (INS) використовують гіроскопи,

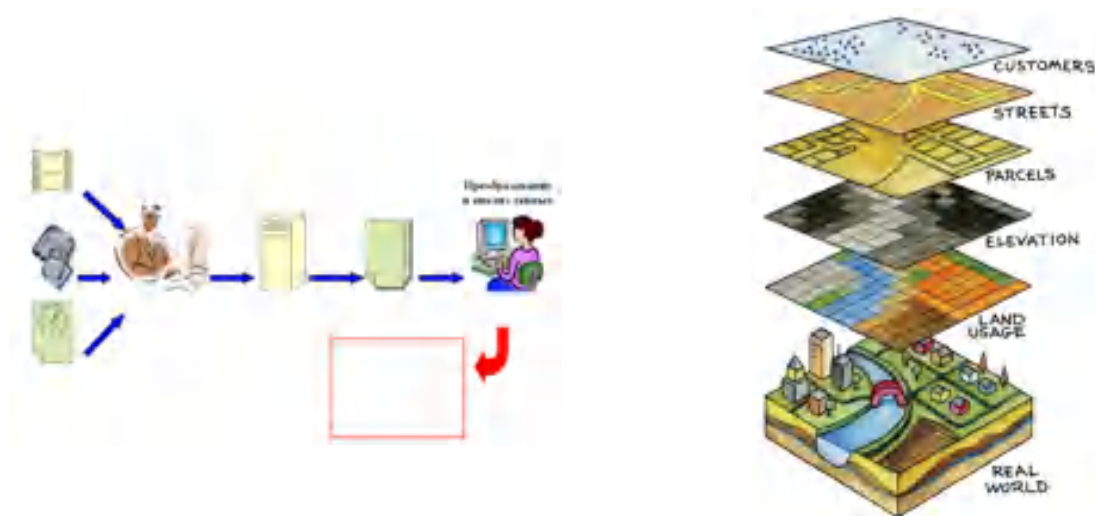


акселерометри та інші сенсори для визначення місцезнаходження об'єкта без необхідності зовнішніх сигналів (рис. 2). INS часто використовуються у випадках, коли GNSS-сигнал може бути недоступним або слабким, наприклад, у міських умовах із високими будівлями, у тунелях або під землею. Вони здатні забезпечувати безперервне відстеження руху об'єкта, навіть при відсутності сигналу від супутників, але з часом точність таких систем може знижуватися через накопичення похибок. У поєднанні з GNSS, інерціальні системи дозволяють підвищити загальну точність навігації, особливо в складних умовах. Такий підхід знаходить застосування у багатьох галузях, включаючи авіацію, мореплавство, військові операції та автономний транспорт (рис. 3)



*Рис. 2. Загальний вигляд гіростабілізатор*

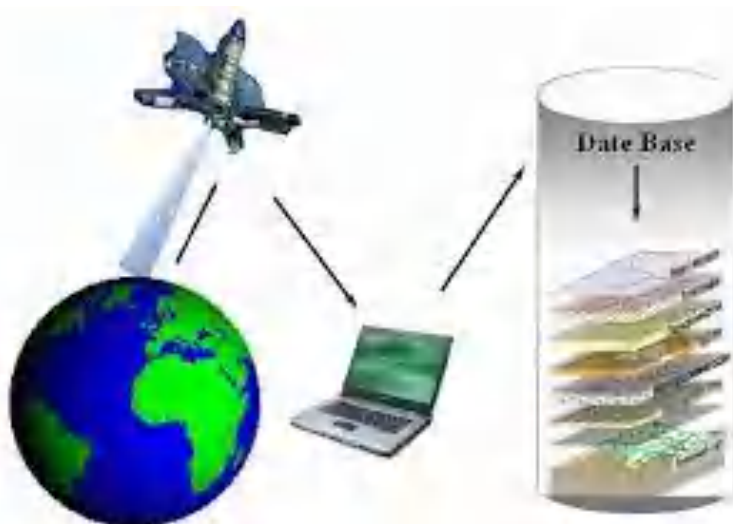
Поєднання GNSS і INS із ГІС дозволяє збирати, аналізувати та візуалізувати просторові дані для розв'язання складних завдань. Це особливо важливо для управління природними ресурсами, містобудування, транспортних систем та екологічного моніторингу. Завдяки інтеграції даних від навігаційних систем з геопросторовими базами, фахівці можуть створювати точні карти, проводити моделювання та прогнозування, а також вивчати динаміку змін у реальному часі (рис. 3).



*Рис. 3. Схеми геоінформаційної системи*

Технічне впровадження навігаційних систем у ГІС потребує врахування низки факторів, зокрема точності позиціонування, швидкості обробки даних та стабільності сигналу. Одним із ключових аспектів є використання корекційних технологій, таких як RTK або PPP (precise point positioning), що дозволяють підвищити точність до рівня сантиметрів. Іншою важливою технічною складовою є програмне забезпечення для інтеграції GNSS і INS із геоінформаційними системами, що дозволяє оперативно обробляти великі обсяги простих даних.

Навігаційні системи знайшли широке застосування у різних сферах. Наприклад, у містобудуванні вони використовуються для створення та оновлення картографічних даних, що необхідні для проектування міської інфраструктури [4]. У транспортній сфері навігаційні технології допомагають оптимізувати логістику, відслідковувати рух транспорту та запобігати заторам (рис. 4). Екологічний моніторинг також активно використовує дані від навігаційних систем для оцінки змін у навколишньому середовищі, відстеження динаміки природних ресурсів та моніторингу природних катастроф. Таким чином, системи навігації є важливим інструментом у сучасних геоінформаційних технологіях, що забезпечують точне визначення просторових параметрів та дозволяють ефективно вирішувати широкий спектр завдань у різних галузях.



*Рис. 4. Геоінформаційна системи на транспорті*

Серед інструментів навігаційних систем слід відмітити навігатори Warz, MAPS.ME, Navjet та інші [5]. Навігатор Waze – Прокладає маршрут при відсутньому, або нестабільному інтернеті. Однією з особливостей Waze є дозвіл додавати інформацію про аварії, поліцейські блокпости, затори і інші дорожні ситуації в режимі реального часу. Також, навігатор зручний у використанні для більшості типів водіїв – мотоциклістів, власників звичайного авто чи електрокарів. Застосунок допомагає знайти парковку, розрахувати маршрут з мінімальним використанням заряду авто, уникнути заторів та багато інших корисних функцій.

Навігатор MAPS.ME - програма використовує дані “Open Street Map”, масштабного проекту про збір даних місцевості, що також дозволяє надати максимально детальну інформацію щодо конкретної місцевості. Крім того, MAPS.ME містить інформацію про різноманітні місця, такі як музеї, ресторани, готелі та інші визначні пам’ятки. Користувачі можуть переглядати описи місць та інформацію про їх розташування на карті. Спочатку навігатор розробився для пішоходів і водіїв, але на даний момент навігатор розвинутий і в аграрну сферу для ГІС.

Навігатор NavJet 582 – є системою паралельного водіння, спроектована максимально надійно для використання у реаліях українського фермерства (рис. 5). Багато зарубіжних аналогів мають різноманітні функціональні та технічні рішення, які в роботі простого фермера майже не використовуються. Курсовказівник NavJet 582 має простий інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, запуск у роботу всієї системи не займе більше 5-7 хв. З кожним роком ця система вдосконалюється, і всі відгуки від постійних клієнтів приймаються в роботу, щоб зробити продукт максимально ефективним. Функція запису роботи дозволяє в будь-який час зробити перерву для дозаправки паливом або витратним матеріалом під час обприскування або внесення добрив. Всі планшети, якими комплектуються системи паралельного водіння, виробляються в США, вони мають батарею підвищеної ємності. Це забезпечує безперебійну роботу без підключення до бортової системи для заряджання. Також у комплекті поставляється спеціальний утримувач для встановлення планшета на склі трактора (рис. 5).



*Рис. 5. Модель та екран навігатора NavJet*

Як інструмент у ГІС можна також використовувати безпілотні літальні апарати (БПЛА), дрони, тощо. Серед них можна відмітити (рис. 6). DJI Phantom 4 RTK - дрон з високоточною RTK-технологією для зйомки з повітря, з можливістю інтеграції з ГІС. SenseFly eBee X фіксокриловий дрон, який забезпечує довготривалі польоти для збору картографічних даних. Parrot Anafi USA компактний дрон для геопросторового аналізу з камерами високої роздільної здатності.



*Рис. 6. Загальний вигляд БПЛА, що використовують у ГІС*

Серед компаній з виробництва програмних продуктів забезпечення є компанія ESRI, яка є світовим лідером на ринку ГІС. Вона має величезний вплив на світ, у її розпорядженні мережі розповсюджені понад в 90 країнах світу, також понад 1300 різних партнерів по всьому світу. Мета ESRI – щоб полегшити та прискорити роботу користувачів різними інструментальними засобами.

ArcGIS – сімейство програмних продуктів для створення і підтримки ГІС різного рівня і призначення, яке побудоване на основі стандартів комп'ютерної галузі, включаючи об'єктну архітектуру COM.NET, Java, XML, SOAP, що забезпечує підтримку загальноприйнятих стандартів, гнучкість пропонуваніх рішень, широкі можливості взаємодії [6]. ARCGIS ґрунтується на базі геоданих, що має свою структуру і правила зберігання різних видів даних - векторних і растрових, даних геодезичних вимірювань, і багато інших засобах обробки і аналізу географічної інформації. Настільні продукти сімейства ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) об'єднує загальна архітектура і інтерфейс; базові додатки ArcMap (рішення картографічних завдань), ArcCatalog (доступ і управління просторовими даними в локальній мережі або через інтернет) і ArcToolbox (геообработка просторових даних), але розрізняються по функціональності, кількості інструментів геообработки і просторового аналізу. ArcGIS 3D Analyst надає користувачам функції моделювання і аналізу поверхонь, а також додатки для створення і тривимірного відображення моделей місцевості як локального (додаток ArcScene), так і глобального (додаток ArcGlobe) масштабу. Інформація про рельєф і двовимірні просторові дані, складові основу тривимірної моделі місцевості, можуть бути доповнені реалістичними моделями об'єктів, написами і анімацією. ArcGIS Geostatistical.

На українському ринку ESRI представляє компанія ECOMM яка також постачає космічні знімки високої і середньої розподільної здатності від Eurimage S.p.A. та IKONOS від Space Imaging Eurasia, а також геодезичне устаткування і GPS. Компанія бере участь у низці міжнародних проектів і веде активну методичну та видавничу діяльність.

**Висновки.** Отож, можемо відзначити, що ГІС істотно економлять часові ресурси, автоматизуючи процес роботи з картами, і створюють трьохвимірні моделі місцевості. Програмне забезпечення ГІС містить функції і інструменти, необхідні для збереження, аналізу і візуалізації географічної (просторової) інформації.

## Список використаної літератури

1. Геоінформаційні системи в науках про Землю : монографія / В. І. Зацерковний, І. В. Тішаєв, І. В. Віршило, В. К. Демидов. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2016. 510 с.
2. Біосфера та агротехнології: інженерні рішення: навчальний посібник / В. Кравчук, А. Кушнар'єв, В. Таргоня та ін.; за ред.. В. Копавчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім.. Л. Погорілого. Дослідницьке, 2015. 239 с.
3. Сергєєва К. Види та застосування цифрової картографії. URL: <https://eos.com/uk/blog/gis-karty/> (дата звернення 21.09.24 р. )
4. Волкова О. М. Геоінформаційні технології у територіальному управлінні. Одеса: ОРІДУ, 2014. 184 с.
5. Навігатори для водіїв та ГІС. URL: <https://kosht.media/top-11-navihatoriv-dlia-vodiiv-ta-pishokhodiv-ohliad/> (дата звернення 19.09.24 р.)
6. Програмні засоби для створення ГІС. URL: <https://gisa.org.ua/soft-index.htm> (дата звернення 21.09.24 р. )

**Іван БАНДУРА<sup>25</sup>**,  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SPOTSPRAY В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВ

***Анотація.** У даній статті наведений опис, використання технології SPOTSPRAY для вирощування сільськогосподарських культур. Наведено найбільш поширені технічні прийоми реалізації технології точкового обприскування, сучасні конструкції обприскувачів та фірми розробники такого обладнання. Визначено важливу роль технології SPOTSPRAY у підвищенні економічності та екологічності виконання операції обприскування за рахунок зменшення виробничих витрат на придбання хімічних засобів, часу виконання операції та проведення заходів екологічного відновлення ґрунту та водойм.*

***Annotation.** This article describes the use of SPOTSPRAY technology for growing crops. The most common technical methods of implementing point spraying technology, modern designs of sprayers and companies developing such equipment are given. The important role of the SPOTSPRAY technology in increasing the efficiency and environmental friendliness of the spraying operation due to the reduction of production costs for the purchase of chemicals, the time of the operation and the*

---

<sup>25</sup>Науковий керівник – Гунько І.В. к.т.н., професор кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

*implementation of measures for the ecological restoration of soil and water bodies has been determined.*

**Вступ.** Завданням агротехнологій точного виробництва є отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур із мінімальними витратами на підвищення родючості ґрунту, захист рослин від бур'янів, хвороб і шкідників та на підживлення рослин добривами. Однією з засобів точного землеробства, яка приє виконанню поставлених завдань є технологія SPOTSPRAY.

Точкове обприскування – це комплексний підхід до внесення пестицидів, який використовує різні прийоми для оптимізації цього процесу. Його популярність зростає протягом останніх десяти років, але це не одномоментний феномен, а результат еволюції технологій та усвідомлення проблем, пов'язаних із традиційними методами обприскування. Одним із лідерів у розробці та впровадженні технологій точного обприскування є США. Великі площі сільськогосподарських угідь та високий рівень розвитку сільського господарства роблять цю країну сприятливим середовищем для використання використання даних технологій. До трійки лідерів входить також Бразилія і Китай, ці країна має велику кількість населення та обмежені земельні ресурси, тому точкове обприскування допомагає фермерам економити та підвищувати врожайність.

В останні роки розробка систем точного точкового внесення гербіцидів набуває поширення і серед сільськогосподарських виробників України, а враховуючи той факт, що сьогодні наша країна займає лідируючі позиції по темпах впровадження ПС в АПК, перспективи широкого застосування технології SPOTSPRAY є насущним завданням. У цій статті ми розглянемо деякі ключові аспекти техніки точкового обприскування та її переваги для українських сільгоспвиробників.

Метою приведеної в статті інформації є аналіз застосування технології точкового внесення засобів захисту рослин, гербіцидів та рідких добрив з метою забезпечення оптимальних умов вегетації сільськогосподарських культур та захисту навколишнього середовища.

Розглянемо найбільш поширені технічні прийоми реалізації технології точкового обприскування, сучасні конструкції обприскувачів та фірми розробники такого обладнання. Визначимо важливу роль технології SPOTSPRAY у підвищенні економічності та екологічності виконання операції обприскування за рахунок зменшення виробничих витрат на придбання хімічних засобів, часу виконання операції та проведення заходів екологічного відновлення ґрунту та водойм.

**Виклад основного матеріалу.** Точкове обприскування – це система, яка дозволяє наносити обприскувальні речовини (пестициди) точно у те місце, де вони потрібні, зменшуючи витрати на засоби захисту рослин і мінімізуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Ця технологія базується на використанні GPS і картографії для точного визначення місця і маршруту руху сільськогосподарської техніки. Технологія SPOTSPRAY має власну історію набуття поширення. Ось декілька ключових етапів розвитку точкового

обприскування: 1990-ті: поява перших систем GPS-навігації для сільськогосподарської техніки та розробка систем контролю для обприскувачів; 2000-ті: поширення систем навігації та контролю на обприскувачах. Розробка форсунок з електромагнітним клапаном для точного внесення пестицидів; 2010-ті: зростання популярності дронів для точного обприскування. Розробка систем візуалізації для ідентифікації цілей обприскування; 2020-ті: інтеграція штучного інтелекту в системи точного обприскування. Розробка автономних роботів для обприскування.

Нині точкове обприскування стає все більш доступним для фермерів завдяки розвитку технологій та зниженню їх вартості. Це робить його популярним у всьому світі.

Точковий вибірковий обробіток має чимало переваг. Зокрема, це ефективність використання ресурсів, адже система точкового обприскування дозволяє розподіляти обприскувальні речовини з точністю до кожного квадратного метра поля, зменшуючи перекриття та перехід зон, які вже оброблені. Крім того, суттєво економить час та кошти, оскільки, за допомогою точкового обприскування аграрії можуть значно зменшити кількість витрат на робочу силу, паливе і засоби захисту рослин (80-90%), адже система оптимізує маршрути і розподіл отрутохімікатів, внаслідок чого обприскуються лише ті ділянки поля, де це дійсно необхідно. Дуже важливою особливістю SPOTSPRAY є мінімізація шкідливого впливу на довкілля та здоров'я людей, адже поля обприскуються з високою точністю. Ну і, звісно, слід відзначити підвищення врожайності, тому що точне нанесення обприскувальних речовин допомагає забезпечити оптимальні умови для росту рослин, що в свою чергу може призвести до збільшення врожаю.

Точне обприскування використовує різноманітні технології для досягнення точності та ефективності в розподілі обприскувальних речовин. Приведемо найпоширеніші технології, які застосовуються в цій галузі. Глобальна система позиціонування (GPS): GPS використовується для визначення точного місцезнаходження сільськогосподарської техніки на полі. Це дозволяє реалізувати точне нанесення обприскувальних речовин і оптимізувати маршрути обробки. Автоматизовані системи навігації: ці системи автоматично керують рухом обприскувальної техніки на полі, дотримуючись заданих маршрутів і рекомендацій. Датчики та картографічні системи: забезпечують збір даних про ґрунтову вологість, рівні поживних речовин і фізичні характеристики поля, що допомагає оптимізувати розподіл обприскувальних речовин відповідно до потреб кожної зони. Системи секційного керування: дозволяють регулювати розподіл обприскувальних речовин в залежності від ширини та конфігурації поля, що дозволяє уникнути перекриття і недостатнього покриття.

Відеомоніторинг і штучний інтелект: деякі сучасні системи використовують відеомоніторинг та алгоритми штучного інтелекту для реального аналізу стану рослин та визначення потреб у засобах захисту. Техніку, яка використовується для точного обприскування, можна поділити на два основних типи: наземна та автономні роботизовані платформи, які можуть

обприскувати поля без участі людини; та повітряна техніка: дрони (БПЛА, які оснащені баками для пестицидів та системами розпилення). Крім того при точковому обприскуванні використовуються обприскувачі, які оснащені спеціальними системами для точного внесення технологічної рідини. Ці системи дозволяють обробляти лише уражені ділянки рослин, а не всю їх поверхню, що робить внесення засобів захисту рослин більш економічним та ефективним.

Ось декілька типів обприскувачів, які використовуються при точковому обприскуванні: причіпні обприскувачі приєднуються до трактора та використовуються для обприскування великих площ. Як правило, вони оснащені штангами з форсунками, які можуть розкриватися та закриватися секційно, що дозволяє обробляти лише необхідні ділянки. Самохідні обприскувачі мають власний двигун і не потребують трактора для пересування. Вони можуть бути оснащені штангами з форсунками, а також іншими системами точного обприскування, наприклад, системами візуалізації.

Навісні обприскувачі використовуються для обприскування невеликих та середніх площ. Вони можуть бути оснащені штангами з форсунками, а також іншими системами точного обприскування. Автономні роботизовані платформи стають все більш популярними для точного обприскування. Ці платформи можуть обприскувати поля без участі людини, що робить процес більш ефективним та безпечним.

Ось декілька прикладів автономних роботизованих платформ: Naïo Technologies Dino: цей робот використовує камери та датчики для ідентифікації бур'янів та обприскує їх точково. Yamaha RS-100: робот може обприскувати поля з високою точністю за допомогою GPS та системи навігації.

Agrobot SW-600: здатен працювати вдень і вночі та оснащений системою точного обприскування. FarmDroid FD20: це автономний робот, розроблений для точного обприскування та прополювання на полях.

Серед основних переваг використання автономних роботизованих платформ: ефективність (роботи можуть працювати безперервно та обприскувати великі площі за короткий час), точність (обприскувати рослини з високою точністю, що зменшує витрату пестицидів), безпека (роботи знижують ризик контакту людей з пестицидами), економія витрат на робочу силу. Стосовно недоліків роботів, то це, насамперед, вартість, особливо для малих фермерських господарств, технічна складність, а також законодавство (існують обмеження на використання роботів в деяких країнах).

Застосування дронів часто використовуються при точному обприскуванні сільськогосподарських угідь. Вони виконують низку корисних функцій, що сприяють покращенню ефективності та точності обприскування. А саме: можуть здійснювати аерофотознімання, що дозволяє отримувати детальні зображення поля. Ці зображення використовуються для аналізу стану рослин, визначення рівнів стресу, виявлення хвороб та шкідників. За допомогою даних, отриманих з дронів, можна створити тривимірні моделі поля та карти, що відображають різноманітні параметри, такі як вологість ґрунту, рівень поживних речовин, топографія тощо. Дрони можуть регулярно здійснювати польоти над угіддям,



дозволяючи відстежувати динаміку росту рослин та виявляти проблеми, такі як недостатній або надмірний полив, неоднаковість росту тощо.

Деякі дрони обладнані системами, що дозволяють точно наносити обприскувальні речовини на визначені ділянки поля, забезпечуючи економію засобів захисту рослин та захист від шкідників і хвороб. Хоча використання дронів при точному обприскуванні має багато переваг, таких як ефективність, швидкість (можуть обробляти великі площі за короткий час, що робить їх ідеальними для великих фермерських господарств), точність, однорідність, можливість обприскування важкодоступних місць тощо, проте, воно також пов'язане з певними недоліками. А саме: висока вартість обладнання, потреба у кваліфікованих операторах, обмежена місткість баків, залежність від погодних умов, потреба у попередній підготовці поля.

Існує багато виробників, які виробляють обладнання для точного обприскування. Деякі з найпопулярніших брендів: John Deere, Case IH, Agco, New Holland, Lemken, Amazone, Grimme, Hardi та інші. Ці виробники пропонують широкий спектр обприскувачів для точного обприскування, включаючи польові обприскувачі, садові обприскувачі та обприскувачі для присадибних ділянок. Вони також пропонують різноманітні технології точного обприскування, такі як GPS-навігація, контроль секцій та форсунки з електромагнітним клапаном, інтелектуальні системи зчитування образів та ін.

Розглянемо детальніше кілька цікавих рішень від провідних брендів. Системи з подвійним баком. На сьогоднішній день фронтальний бак LEMKEN SprayHub може бути дообладнаний аплікаційною системою SprayKit, що встановлюється на просапних культиваторах, і використовується для смугової обробки рослин. Така комбінація агрегатів дозволяє заощадити до 60% від норми внесення. До майбутнього сезону SprayHub та SprayKit буде доповнено новими функціями, такими як електричне перемикування рядів через ISOBUS, за допомогою якого можна реалізувати автоматичний Section Control по GPS.



*Рис.1. Системи точкового обприскування з подвійним баком.*

Фронтальний бак SprayHub обладнаний власними системами регулювання, змішування та очистки. Агрегат працює по ISOBUS, а керується програмним

забезпеченням «iQblue spray». Залежно від комплектації SprayHub можна використовувати для рядного обприскування з просапним культиватором EC-Weeder до 28 рядів. При цьому відтепер можливе використання двох форсунок на ряд, завдяки яким гербіцид може потрапляти під листок культурної рослини. Ще один спосіб використання – це внесення рідких добрив під стрілчасту лапу культиватора, що проходить поблизу рослини. При встановленні SprayKit на подвійному сошнику сівалки точного висіву LEMKEN Azurit можна проводити

Оптимізоване внесення. Технологія AIM Command FLEX II оптимізує норми внесення та розмір крапель для рівномірного обприскування, незалежно від швидкості та стану ґрунту. Завдяки шести режимам роботи ця передова технологія обприскування забезпечує гнучке та точне внесення добрив.

Стандартне окреме керування увімкненням/вимкненням форсунок мінімізує витрати та підвищує точність за рахунок зменшення пропусків та перекриттів.

Удосконалені клапани управління форсунками мають підвищену пропускну здатність, що дозволяє вести обприскування на більш високих швидкостях або вносити більше продукту в міру необхідності, а посилені штовхачі клапанів допомагають продовжити термін служби.



*Рис.2. Системи точкового обприскування з оптимізованим внесенням.*

Передова технологія обприскування AIM Command FLEX II від Case IH

Удосконалена технологія обприскування AIM Command FLEX II забезпечує підтримку ідеального дозування, тиску та точності під час внесення продуктів із захисту рослин. AIM Command FLEX II ефективно компенсує різну швидкість руху по всій довжині штанги для забезпечення правильної норми внесення при виконанні поворотів. Кожна форсунка адаптує свій робочий цикл таким чином, щоб досягти заданого значення розходу продукту, виходячи з параметрів швидкості, положення форсунки на штанці та радіусу повороту.

Можливість управляти обприскуванням на рівні окремих форсунок допомагає усунути надмірне внесення продукту, яке підвищує операційні витрати та може призвести до пошкодження рослин. Технологія AIM Command FLEX дає змогу управляти віднесенням розпилюваного продукту шляхом перемикання між двома попередньо збереженими значеннями тиску, які можна в будь-який час змінити в більший або менший бік.



*Рис. 3. Форсунки-атомайзери для ультра-малооб'ємного внесення засобів захисту.*

Технологія ультрамалооб'ємного обприскування (УМО), що дозволяє заощадити значну кількість ресурсів, оптимізувати логістику, підвищити ефективність внесення препаратів, а, отже, зрештою – покращити загальну економіку господарства, реалізовується за допомогою агродронів, дає змогу провести всі операції вчасно та раціонально розподілити ресурси на кожному гектарі – внести препарат лише там, де він необхідний, якісно обробити ділянки біля межі поля та зони зі складним рельєфом чи конфігурацією. І все це здійснюється із шаленою економією ресурсів, завдяки нормі внесення – 6-10 л/га. Попри побоювання аграріїв, така норма виліву не програє традиційній, а навпаки – забезпечує максимальну ефективність препарату та має низку переваг, порівняно із класичною технологією.

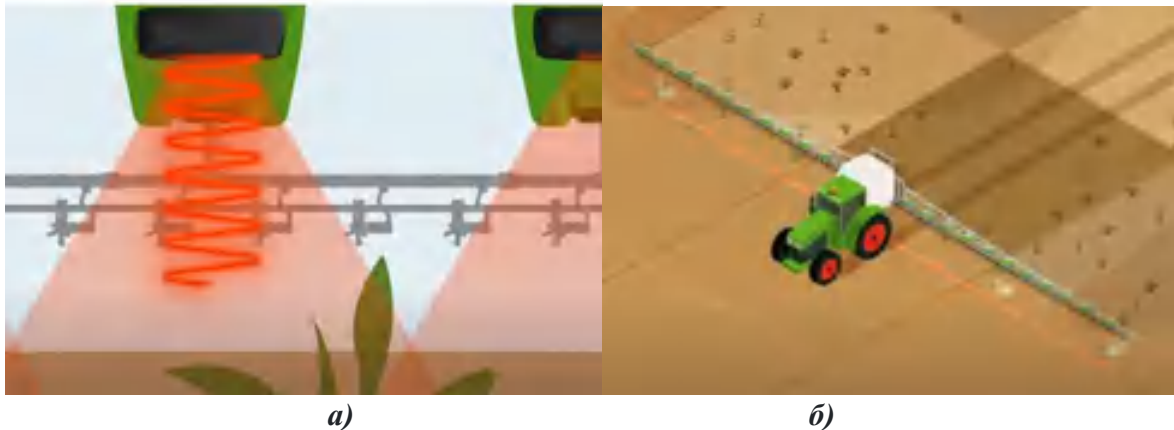
Найбільш очевидною перевагою агродронів є можливість локальної обробки уражених зон посівів. Тут агродрони – безальтернативний інструмент. Маючи карти-завдання, дрон-обприскувач може з легкістю, без зайвих витрат дістатися потрібної ділянки та обробити лише ті зони, що вражені хворобою або бур'янами. Особливою перевагою в конструкції агродронів є наявність атомайзерів замість форсунок, як от у бренду XAG. Ця запатентована технологія дає змогу працювати із розчинами не ідеальної якості та густої консистенції, що нагадує кисіль. Нині дедалі більше фермерів в усьому світі обирають та довіряють технології ультрамалого внесення ЗЗР.

Дрони-обприскувачі – безальтернативний та ефективний інструмент в умовах дефіциту ресурсів. Технологія ультрамалооб'ємного обприскуваннями агродронами вже стала незамінною в системі захисту кожного економічно ефективного господарства. Хоча більшість сучасних постачальників технологій точкового розпилення розробили свій продукт, як необхідне доповнення до своїх обприскувачів через ринковий попит, точкове розпилення завжди було ядром WEED-IT.

Кожна система WEED-IT, що продається з 1999 року, здатна виявляти, помічати окремі рослини бур'янів і точно наносити технологічну рідину на рослину. З самого початку в 1999 році WEED-IT зосереджувався на простому, але розумному законі природи для виявлення бур'янів. Його принцип виявлення рослин використовує флуоресцентну технологію для виявлення хлорофілу.

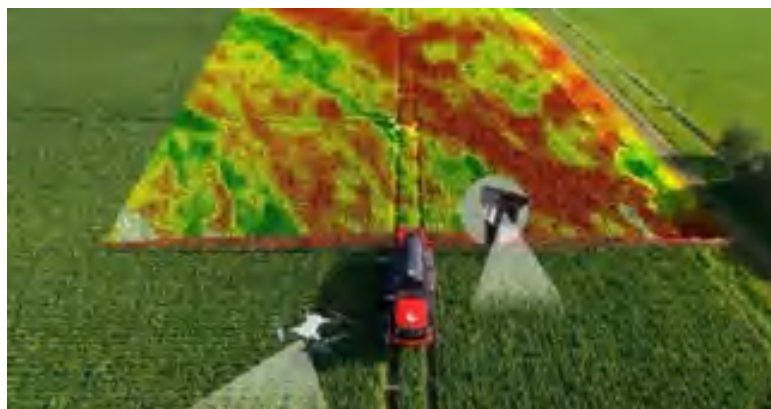
Оскільки кожна рослина та бур'ян потребують хлорофілу для фотосинтезу,

щоб жити та рости, кожна жива рослина природним чином виявляється датчиками WEED-IT. Крім того, чим більше хлорофілу містить рослина, тим сильнішим стає сигнал і тим більше флуоресценції хлорофілу зчитується датчиками. Ця здатність дозволяє відрізнити великі рослини від менших рослин у просапних культурах.



*Рис.4 Технологія WEED-IT: а) зчитування датчиками флуоресценцію хлорофілу; б) точкове обприскування за результатами модулювання поля*

Одним із таких методів є інтелектуальна система точкового розпилення зі штучним інтелектом від компанії Bilberry. На базі цієї системи компанія Agrifac розробила опцію AiCPlus для самохідних обприскувачів Condor. На штанзі Agrifac встановлені кольорові камери RGB, які розпізнають сорняки і посіви за формою, структурою і контрастом. Вони визначають певні сорти бур'янів і застосовують хімікати тільки там, де вони знаходяться.



*Рис.5. Технологія AiCPlus для самохідних обприскувачів Condor*

**Висновки.** Технологічні прийоми точкового обприскування постійно удосконалюються, використовуючи нові конструктивні рішення та програмні забезпечення. Використання штучного інтелекту для аналізу даних, отриманих від датчиків, формування фото-образів проявів хвороби, шкідників, стану рослин в певні періоди вегетації дають нових поштовх до впровадження розробки SPOTSPRAY систем, враховуючи індивідуальність кожної рослини.

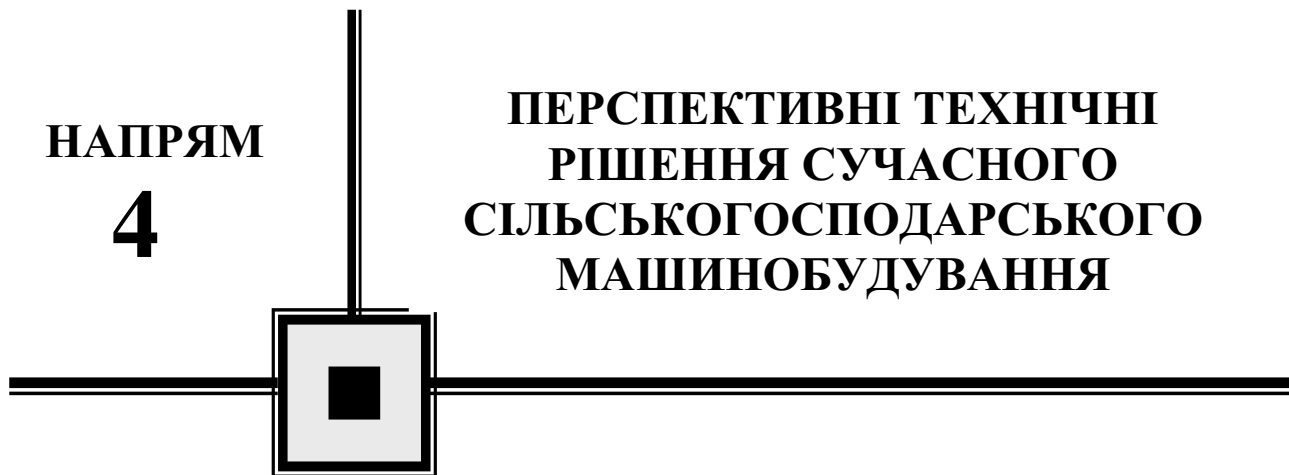
### Список використаних джерел

1. Cultivating Change 13: Technological & Innovative Leaps in Agriculture: Precision Farming. веб-сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/cultivating-change-13-technological-innovative-leaps-precision-walsh> (дата звернення: 04.10.2024)
2. GPS НА ТРАКТОР. веб-сайт. URL: <https://gps-monitoring.com.ua/gps-na-traktor/> (дата звернення: 04.10.2024)
3. Технології Супутникового Моніторингу Для Телекомунікаційного Сектору. веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/products/crop-monitoring/telecom/> (дата звернення: 04.10.2024)
4. Використання агродронів в сільському господарстві: все, що потрібно знати. веб-сайт. URL: <https://storgom.ua/ua/novosti/ispolzovanie-agrodronov-v-selskom-hozyajstve.html> (дата звернення: 04.10.2024)

НАПРЯМ

4

## ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ



**Олександр БАНАХ<sup>26</sup>,**

студент 2 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ЩІЛИНОРІЗІВ І СХЕМИ РОЗСТАНОВКИ ЇХ НА РАМІ ЩІЛЮВАЧА

***Анотація.** Розроблено конструктивно-технологічну схему щілювача для боротьби з водною ерозією ґрунту. Встановлено, що сучасні ґрунтообробні агрегати не вповній мірі відповідають агротехнічним вимогам по обробі ґрунту, особливо у степовій зоні країни. Зазначено, що накопичення і заощадження ґрунтової вологи у посушливих зонах країни можливе за рахунок використання щілювача з додатковими робочими органами, що дозволить проводити вертикальне мульчування ґрунту.*

***Ключові слова:** ґрунт, щілювач, технологія, солома, диск, щільність, ерозія, агрегат, ефективність, щілина.*

***Annotation.** A structural and technological diagram of a compactor for combating water erosion of the soil has been developed. It was established that modern tillage units do not fully meet the agrotechnical requirements for tillage, especially in the steppe zone of the country. It is noted that the accumulation and saving of soil moisture in arid zones of the country is possible due to the use of a compactor with additional working bodies that allow vertical mulching of the soil.*

***Keywords:** soil, compactor, technology, straw, disk, density, erosion, aggregate, efficiency, gap.*

***Вступ.** Головною негативною особливістю клімату сухостійної зони є*

---

<sup>26</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

сильна невідповідність між кількістю опадів, що випадають і випаровуються. Така невідповідність призводить до дефіциту вологи в ґрунті, тому посуха в таких регіонах часто повторюване явище [1].

Відомо, що одним з найбільш небезпечних наслідків ерозії є дегуміфікація ґрунтів. Еродований або змитий ґрунт в значній степені позбавлений органічної речовини, безструктурний, тому в жарку пору року піддається дії вітрової ерозії навіть при слабкому русі повітря [2].

У числі спеціальних заходів по накопиченню вологи є щілювання. Щілювання – це утворення вузьких і глибоких щілин щілювачем у ґрунті. Висока ефективність щілювання відзначена багатьма вченими, але в цілому прийом щілювання вимагає вдосконалення. Одним з найбільш перспективних напрямків такого вдосконалення є утворення щілин з одночасним їх мульчування. Тому робота присвячена актуальному і практично значимому для сільськогосподарського виробництва питанню – накопичення і заощадження ґрунтової вологи за рахунок використання щілювача з додатковими робочими органами, що дозволяють проводити вертикальне мульчування ґрунту.

**Виклад основного матеріалу.** Залежно від взаємної розстановки щілинорізів на рамі вони можуть працювати в умовах блокованого (рис. 1, а), напіввільного (рис. 1, б) або вільного (рис. 1, в, середня лапа) різання [3, 4]. При цьому тяговий опір робочого органу, а також ступінь кришення ґрунту прямопропорційні площі її сколювання в поперечно-вертикальній площині. Згідно рис. 1 площа сколювання в поперечно–вертикальній площині [1]:

- при блокованому різанні

$$S_{\text{бл}} = bH + H_{\text{кр}}^2 \cdot \text{ctg} \psi, \text{ м}^2; \quad (1)$$

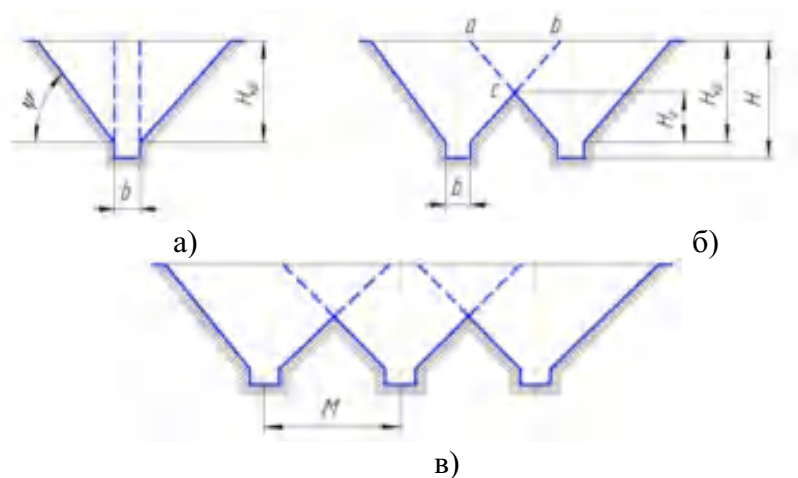
- при напіввільному різанні

$$S_{\text{не}} = S_{\text{бл}} - S_{\Delta abc}, \text{ м}^2; \quad (2)$$

- при вільному різанні

$$S_{\text{с}} = S_{\text{бл}} - 2S_{\Delta abc}, \text{ м}^2; \quad (3)$$

де  $S_{\Delta abc} = (H_{\text{кр}} - H_r)^2 \cdot \text{ctg} \psi, \text{ м}^2$ .



**Рис. 1. Основні види розпушування (різання) ґрунту:  
а – блоковане; б – напіввільне; в – вільне**

Висота гребенів:

$$H_r = 0,5(M - b) \cdot \operatorname{tg} \psi, \text{ м}, \quad (4)$$

де  $M$  – ширина слідів між робочими органами, м.

Ґрунтообробні знаряддя з розпушувальними (чизельними) робочими органами діляться на чизельні плуги і щільовачі, що відрізняються величиною  $M$  (рис. 2). При розстановці робочих органів на рамі чизельного плуга або культиватора згідно агротехнічним вимогам повинна дотримуватися умова:

$$H_r < H_{kp}. \quad (5)$$

В цьому випадку зони поширення деформації ґрунту з бічних сторін в процесі розпушування перетинаються в оброблюваному шарі, в результаті чого у верхньому шарі до деякої глибини  $H_c$  (рис. 2, а) відбувається суцільне розпушування ґрунту по всій ширині захвату, нижче, в шарі товщиною  $H_2$  – розпушування з утворенням гребенів, ще нижче, в шарі товщиною  $H_0$  – утворення щілин.

При розстановці робочих органів на рамі щільовача (рис.2 б) має дотримуватися умова [5]:

$$H_r = H_{kp}. \quad (6)$$

висота гребнів  $H_2$  через збільшення ширини міжряддя досягає поверхні поля.

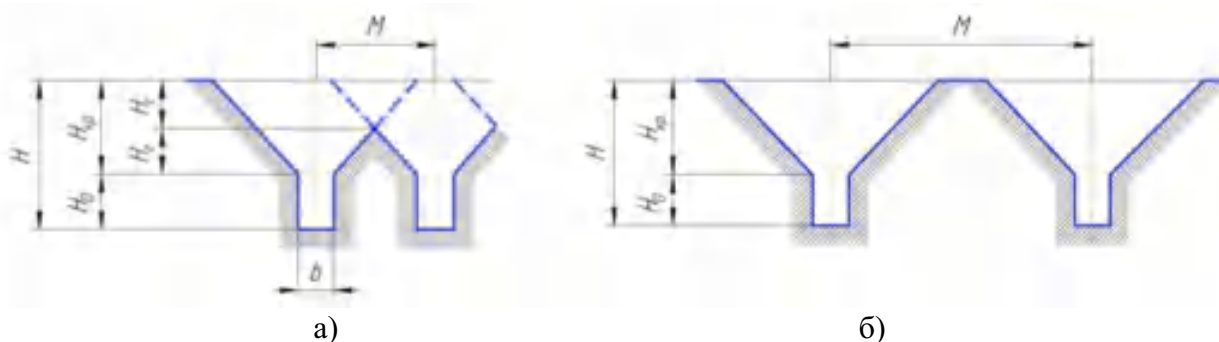


Рис. 2. Схеми поперечних перерізів ґрунту при його обробці чизельними лапами, встановленими: а – на чизельному плугі; б – на щільовачі

Робочі органи щільовача працюють в умовах блокованого різання, чизельні знаряддя – в умовах напіввільного і вільного різання. Енергоємності технологічного процесу чизельної лапи при вільному, напіввільні і блокованому різанні відносяться як 50, 70 і 100 % [5, 6].

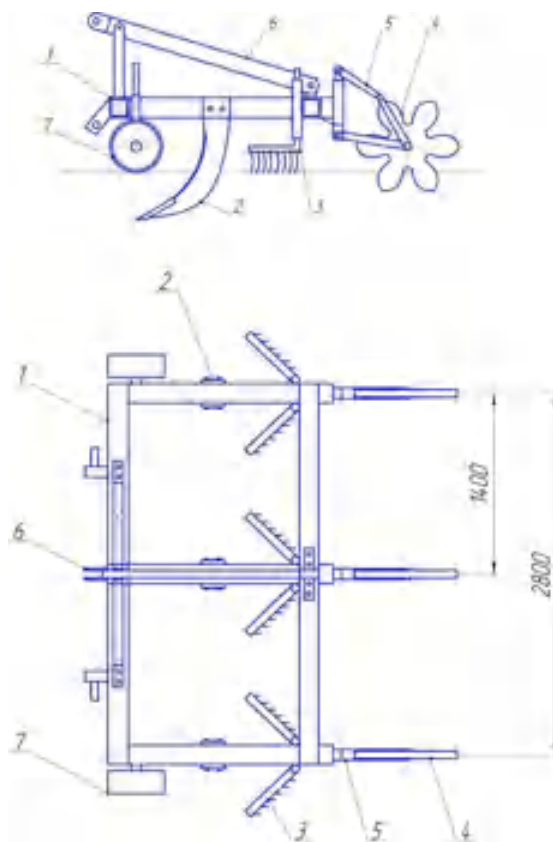
Робочі органи потрібно розставляти так, щоб виключалися заклинювання ґрунту між сусідніми робочими органами і забивання їх рослинними залишками, що забезпечить високу надійність і якість їх роботи; число робочих органів, що працюють в суцільному середовищі (в умовах блокованого різання), має бути якомога меншим, щоб зробити можливим мінімальні витрати енергії на технологічний процес [5]. Визначимо мінімальне значення  $M_{min}$ , при дотриманні умови 7:



$$M_{\min} = \frac{2H_{kp}}{\operatorname{tg}\psi} + b, \text{ м.} \quad (7)$$

При  $H_{kp}=35$  см і ширині наральника 8 см мінімальна ширина  $M_{\min}$  складе 78 см, тобто в установці щілинорізів частіше чим через кожні 78 см немає необхідності.

Визначимо  $M_{\max}$  з умови максимального накопичення і рівномірного розподілу вологи по всій площі оброблюваного поля. Згідно [4, 5], доведено, що промочування ґрунту в кожную сторону від щілини досягає 1,4 м. Тому однією з умов для максимального накопичення і рівномірного розподілу вологи по всій площі поля, на якому проводиться щілювання, відстань між нарізними щілинами не має перевищувати 3 м. Також за результатами інших дослідів [5], зона позитивної дії щілювання досягала 2,8 м. Більш того, враховуючи результати огляду існуючих конструкцій щілювачів, зробимо висновок, що ширина міжряддя  $M=1,4$  м буде оптимальною. Таким чином, доцільно встановити на рамі три щілинорізи рівновіддалених від центральної точки навішування в один ряд (рис. 3).



*Рис. 3. Загальна схема щілювача:*

*1 – рама; 2 – щілиноріз; 3 – грабліна соломонаправляча; 4 – зароблюючий диск;  
5 – паралелограмний механізм; 6 – тяга; 7 – опорне колесо*

**Висновки.** При проведенні щілювання необхідно максимально рихлити ґрунт, збільшуючи його некапілярну шпаруватість за допомогою зміни об'ємної ваги. Щілинорізи потрібно розставляти так, щоб виключалися заклинювання ґрунту між сусідніми робочими органами і забиванням їх рослинними

залишками, що забезпечить високу надійність і якість їх роботи. При  $H_{кр} = 35$  см і ширині наральника 8 см мінімальна ширина міжряддя  $M_{min}$  становить 78 см. Для максимального накопичення і рівномірного розподілу вологи по всій площі поля, відстань між нарізаними щілинами не повинно перевищувати 1,4 м. Тому ширина міжряддя  $M=1,4$  м є оптимальною. При  $M = 1,4$  м доцільно встановити на рамі два щілинорізи рівновіддалених від центральної точки навішування в один ряд.

### Список використаної літератури.

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Горобей В.П. Актуальні аспекти розвитку механізації дослідних робіт в рослинництві. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 5–12.
2. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.
3. Твердохліб І.В., Борисюк Д.В., Захарчук С.А., Петрович Є.В. «Перспективи розвитку машин для обробітку ґрунту». *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. 2015. Вип. №2 (90) С. 5–9
4. Ковбаса В.П. Фізичні рівняння деформування ґрунту з суттєвим проявом в'язкопластичних властивостей. *Motrol: Motorization and power industry in agriculture*. 2011. Том 13 В. Р. 92–97.
5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

**В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ<sup>27</sup>**,  
магістрант 1-го року навчання,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ОБГРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КІЛЬЦЕВОГО ВИТКА НА ПІДБИРАЮЧІ ПОВЕРХНІ ПРУЖИННОГО ПАЛЬЦЯ

*Анотація.* Розглянута можливість зниження втрат зерна при підборі валків хлібної маси шляхом вдосконалення підбираючої поверхні пружинного пальця транспортерного підбирача зернозбирального комбайна. В результаті

---

<sup>27</sup>Науковий керівник – асистент Шаповалюк С.О., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

*теоретичного аналізу взаємодії пружинного пальця транспортерної стрічки підбирача зернозбирального комбайна з хлібною масою встановлено, що в певний момент починає діяти відцентрова сила, яка прагне скинути рослинний матеріал з підбіраючої поверхні пружинного пальця. З'ясовано, що негативний вплив відцентрової сили можливо зменшити за допомогою утворення кільцевого витка на підбираючій поверхні пружинного пальця.*

**Ключові слова:** *транспортер, стрічка, пружинний палець, валок, хлібна маса, пружина, виток, жорсткість, кут підйому, крок, деформація.*

**Annotation.** *Considered the possibility of reducing grain losses during the selection of rolls of bread mass by improving the picking surface of the spring finger of the conveyor pick-up of the grain harvester. As a result of a theoretical analysis of the interaction of the spring finger of the conveyor belt of the pick-up of the grain harvester with the bread mass, it was established that at a certain moment a centrifugal force begins to act, which tends to drop plant material from the selected surface of the spring finger. It has been established that the negative impact of centrifugal force can be reduced by forming an annular coil on the pick-up surfaces of the spring pin.*

**Keywords:** *conveyor, belt, spring finger, roll, bread mass, spring, turn, stiffness, angle of elevation, step, deformation.*

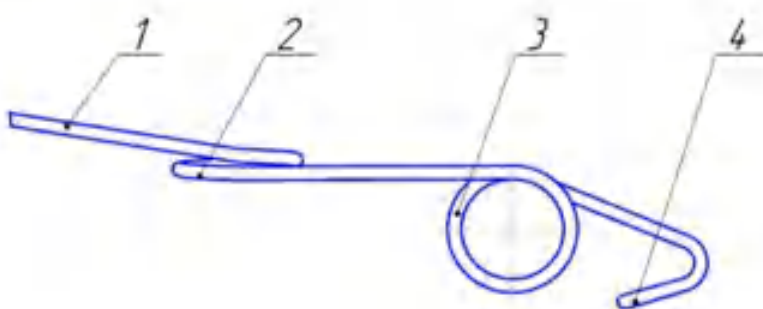
**Вступ.** Численні наукові дослідження в області збирання зернових культур показують складність вирішення проблеми технологічного завантаження зернозбиральних комбайнів, оскільки сільськогосподарські культури, як об'єкт механізованого збирання, різноманітні за фізико-механічними властивостями [1].

В сучасних умовах збирання зернових культур може здійснюватися двома основними способами: це пряме комбайнування і роздільний спосіб збирання. Роздільний спосіб збирання дозволяє підвищити продуктивність сучасних зернозбиральних комбайнів шляхом застосування підбирачів валків хлібної маси. Використання транспортерного підбирача, оснащеного серійними пружинними пальцями, не дає необхідного результату при виконанні технологічного процесу підбору валка хлібної маси, так як вони є основним джерелом втрат зерна. Тому, зниження втрат зерна при підборі валків хлібної маси шляхом вдосконалення підбираючої поверхні пружинного пальця транспортерного підбирача зернозбирального комбайна є актуальною задачею сьогодення.

**Виклад основного матеріалу.** Результати огляду і аналіз науково-технічної інформації показав, що існуючі пружинні пальці транспортерного підбирача зернозбирального комбайна є основним джерелом втрат зерна при збиранні хлібної маси валка. Оскільки при взаємодії їх з хлібною масою утворюється відцентрова сила, яка прагне скинути рослинний матеріал з підбираючої поверхні пружинного пальця. Негативний вплив цієї сили можна зменшити за рахунок зміни геометрії і збільшення площі контакту підбираючої поверхні пружинного пальця [1, 2].

В ході теоретичних досліджень встановлено закономірності, з яких випливає, що наявність кільцевого витка на підбираючій поверхні пружинного пальця забезпечує збільшення його контактної площі взаємодії з хлібною масою на 6,0 - 8,0 %, в порівнянні зі стандартним пружинним пальцем.

Кільцевий виток на підбираючій поверхні пружинного пальця можна представити, як елемент виткової пружини (рис. 1).



**Рис.1. Пружинний палець з кільцевим витком на підбираючій поверхні:**  
**1 – підбираюча частина; 2 – кільцевий виток; 3 – пружина; 4 – опорна частина**

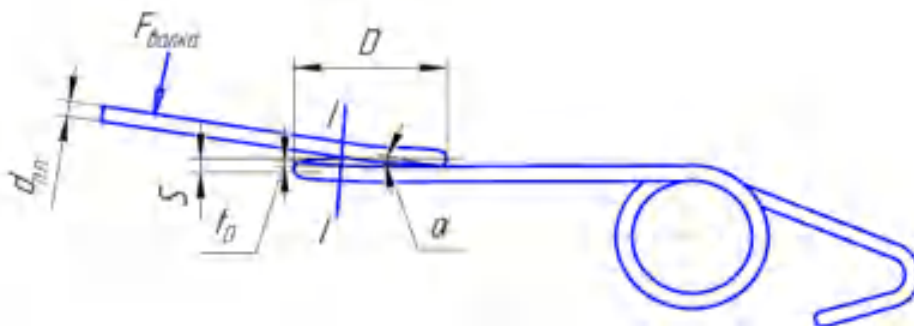
В загальному випадку, кільцевий виток може розглядатися як просторово вигнутий брус з віссю, що зігнуто по гвинтовій лінії. В залежності від виду робочого навантаження кільцевий виток пружинного пальця може працювати як пружина розтягування і пружина стиснення [3].

Навантаження кільцевого витка пружинного пальця проводиться, як правило, силами, які спрямовані вздовж осі кільцевого витка. Крок кільцевого витка, пов'язаний з кутом підйому, його можна знайти за наступним виразом:

$$S = \pi \cdot D \cdot \tan \alpha, \quad (1)$$

де  $D$  – середній діаметр кільцевого витка підбираючої поверхні, м;  
 $\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії, град.

Розглянемо підбираючу поверхню пружинного пальця, на яку при підборі діє сила ( $F_{\text{валка}}$ ). Сила ( $F_{\text{валка}}$ ) діє уздовж осі кільцевого витка пружинного пальця (рис. 2).



**Рис. 2. Схема визначення внутрішніх силових факторів, що діють на пружинний палець**

Для визначення внутрішніх силових факторів необхідно розрізати кільцевий виток пружинного пальця площиною I-I, перпендикулярній осі

пружинного пальця і розглянути рівновагу відсіченої частини [3, 4].

Нижня частина буде перебувати в рівновазі під дією зовнішньої сили дії валка хлібної маси ( $F_{\text{валка}}$ ) і внутрішніх сил, що виникають в поперечному перерізі кільцевого витка пружинного пальця. З умови рівноваги слідує, що внутрішні сили в перерізі повинні дати рівнодіючу, спрямовану паралельно осі кільцевого витка, рівну зовнішній силі ( $F_{\text{валка}}$ ) відносно центра ваги перерізу. Тоді крутний момент  $M$  може бути визначено з виразу (2):

$$M = \frac{F_{\text{валка}} \cdot D}{2} \quad (2)$$

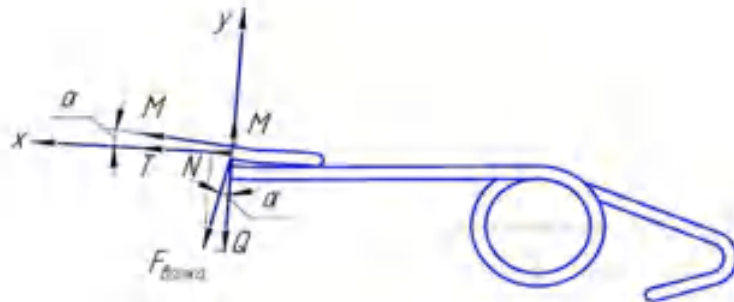


Рис. 3. Схема дії крутного і згинального моментів та силових зусиль

Площина дії крутного моменту  $M$  буде утворюватися з перетином кільцевого витка кута  $\alpha$ . На рис. 3 згинаючий момент представлений вектором моменту  $\vec{M}$ .

Якщо розкласти силу і момент на складові щодо осей, пов'язаних з перетином, то можна отримати:

$$\begin{aligned} T &= M \cdot \cos \alpha = \frac{F_{\text{валка}} \cdot D}{2} \cdot \cos \alpha; \quad Q = F_{\text{валка}} \cdot \cos \alpha; \\ M_{\text{зг}} &= M \cdot \sin \alpha = \frac{F_{\text{валка}} \cdot D}{2} \cdot \sin \alpha; \quad N = F_{\text{валка}} \cdot \sin \alpha, \end{aligned} \quad (3)$$

де  $N$  – складова сили ( $F_{\text{валка}}$ ), що діє зі сторони валка хлібної маси, направлена по осі  $X$ ;

$Q$  – складова сили ( $F_{\text{валка}}$ ), що діє зі сторони валка хлібної маси, направлена по осі  $Y$ ;

$T$  – нормаль, що діє по осі  $X$ .

Таким чином, дріт кільцевого витка пружинного пальця може працювати на кручення, вигин, зсув і розтягування, якщо виток розтягується, або на стиск, якщо виток працює на стиск [3-5].

Так як кут підйому  $\alpha$  – величина мала, то можна прийняти, що площина кільцевого витка, приблизно, лежить в площині, перпендикулярній до осі кільцевого витка підбираючого пальця, тобто  $\cos \alpha = 1,0$  і  $\sin \alpha = 0$ .

Тоді:

$$T = \frac{F_{\text{валка}} \cdot D}{2}; \quad M_{\text{зг}} = 0; \quad Q = F_{\text{валка}}; \quad N = 0. \quad (4)$$

і дріт кільцевого витка буде працювати тільки на кручення і

на зсув [3].

Прийmemo допущення, що дотичні напруження від крутного моменту розподіляються по поперечному перерізі кільцевого витка так само, як і при крученні прямого бруса круглого поперечного перерізу (рис. 4, а), а дотичні напруження від поперечної сили розподіляються по перерізу одномірно (рис. 4, б).

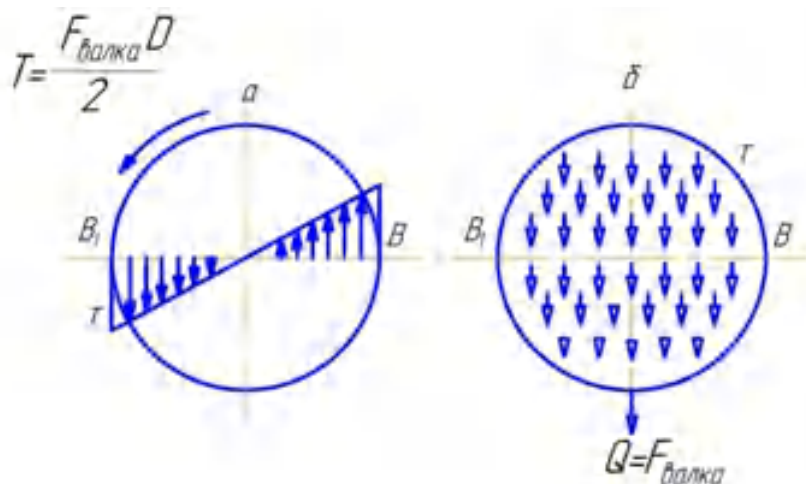


Рис. 4. Напрямки дії дотичних напружень

Небезпечною буде точка на контурі, в якій напрям дотичних напружень будуть збігатися (рис. 4 точка  $B_1$ ).

Тоді найбільші дотичні напруження в перерізі будуть рівні:

$$\tau_{max} = \frac{8 \cdot F_{валка} \cdot D}{\pi \cdot d_{п.п.}^3} + \frac{4 \cdot F_{валка}}{\pi \cdot d_{п.п.}^2} = \frac{8 \cdot F_{валка} \cdot D}{\pi \cdot d_{п.п.}^3} \cdot \left(1 + \frac{d_{п.п.}}{2D}\right), \quad (5)$$

де  $F_{валка}$  – сила, що діє за сторони валка хлібної маси, Н;

$d_{п.п.}$  – діаметр дроту пружинного пальця, м;

$D$  – зовнішній діаметр кільцевого витка підбираючої поверхні, м.

На практиці відношення  $(dn.n./2D)$  змінюється в межах 1/20–1/40, що значно менше одиниці [6]. Тому можна знехтувати другим доданком в дужках. Виходячи з цього, можна вважати, що кільцевий виток пружинного пальця буде працювати тільки на кручення.

Тоді формула (5) прийме наступний вигляд

$$\tau_{max} = \frac{8 \cdot F_{валка} \cdot D}{\pi \cdot d_{п.п.}^3} \quad (6)$$

З виразу (6) видно, що збільшення діаметра кільцевого витка підбираючої поверхні знижує міцність пружинного пальця, а збільшення діаметра дроту пружинного пальця збільшує його міцність.

Коли діаметр дроту  $(dn.n)$  пружинного пальця порівнюємо з діаметром кільцевого витка  $(D)$  підбираючої поверхні пружинного пальця, то необхідно вводити поправку, що враховує вплив кривизни витка на величину і розподіл дотичних напружень. В цьому випадку найбільші дотичні напруження будуть визначатися за більш точною формулою [3, 6]:

$$\tau_{max} = k \frac{8 \cdot F_{валка} \cdot D}{\pi \cdot d_{п.п.}^3} \quad (7)$$

де  $k$  – уточнюючий коефіцієнт, що залежить від індексу пружини  $D/d_{п.п.}$ .

Значення уточнюючого коефіцієнта може бути взято в відповідних довідниках [3] або обчислено за виразом (8):

$$k = \frac{4 \frac{D}{d_{п.п.}} + 1}{4 \frac{D}{d_{п.п.}} - 1} \quad (8)$$

Умова міцності для витка пружини підбираючої поверхні пружинного пальця можна записати в наступному вигляді:

$$\tau_{max} = k \frac{8 \cdot F_{валка} \cdot D}{\pi \cdot d_{п.п.}^3} \leq [\tau], \quad (9)$$

де  $[\tau]$  – допустиме напруження при зсуві.

Позначимо через  $(\lambda)$  зміну довжини кільцевого витка підбираючої поверхні пружинного пальця уздовж осі під дією зовнішньої сили  $F_{валка}$ , що діє з боку валка хлібної маси. Залежність переміщення  $\lambda$  від зовнішнього навантаження  $F_{валка}$  знайдеться, якщо прирівняти потенційну енергію деформації кільцевого витка підбираючої поверхні пружинного пальця  $U$ , викликану крученням, і роботою  $W$  зовнішній силі  $F_{валка}$ . При цьому навантаження можна вважати статичним.

Потенційна енергія деформації при крученні буде дорівнювати

$$U = \frac{T^2 \cdot l}{2 \cdot GI_p} = \frac{4 \cdot F_{валка}^2 \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d_{п.п.}^4}, \quad (10)$$

де  $l = \pi D n$  – довжина витка підбираючого пальця;

$G$  – модуль зсуву, Па.

Робота зовнішньої сили ( $F_{валка}$ ) буде визначатись наступним виразом:

$$W = \frac{F_{валка} \cdot \Delta k}{2} \quad (11)$$

Прирівнюючи на основі закону збереження енергії  $U = W$ , то можна отримати вираз (12):

$$\frac{F_{валка} \cdot \Delta k}{2} = \frac{4 \cdot F_{валка}^2 \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d_{п.п.}^4} \quad (12)$$

звідки:

$$\Delta k = \frac{8 \cdot F_{валка} \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d_{п.п.}^4} \quad (13)$$

Так як у формулі (13) всі величини, крім сили ( $F_{валка}$ ), постійні, то залежність ( $\Delta k$ ) від ( $F_{валка}$ ) буде лінійною.

Жорсткість кільцевого витка підбираючої поверхні пружинного пальця можна знайти за виразом (14):

$$\Delta k = \frac{F_{валка}}{\frac{G \cdot d_{п.п.}^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}} \quad (14)$$

З аналізу формул (13) і (14) випливає, що збільшення числа витків  $n$  і діаметра витка  $D$  зменшують жорсткість, а збільшення діаметра дроту  $dn.n.$  підвищує, як жорсткість кільцевого витка підбираючої поверхні так і жорсткість пружини пружинного пальця.

На підставі вищесказаного, можна прийти до висновку, що під час взаємодії з хлібною масою кільцевий виток на підбираючій поверхні матиме властивості пружини. Якщо діаметр кільцевого витка буде занадто великим, то відбудеться зменшення жорсткості пружини, що може призвести до великих навантажень і перелому підбираючого пальця, тоді в цьому випадку доведеться збільшувати діаметр дроту пружинного пальця.

**Висновки.** У результаті теоретичних досліджень отримано аналітичні залежності, які характеризують зміну геометричних параметрів кільцевого витка на підбираючій поверхні пружинного пальця. Встановлено взаємозв'язок між зовнішнім діаметром  $D$  кільцевого витка і діаметром дроту  $dn.n.$ , а також визначено аналітичну залежність, що характеризує жорсткість кільцевого витка від заданих геометричних параметрів.

#### Список використаної літератури.

1. Дудак С.М., Грицака О.М., А.В. Спирін. Кінематика процесу вимолоту зерна зернозбиральними комбайнами. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки.* 2015. №1. С53–56.
2. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Горобей В.П. Актуальні аспекти розвитку механізації дослідних робіт в рослинництві. *Вісник аграрної науки.* 2016. № 10. С. 5–12.
3. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та інш. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. Підручник. Київ: Вища освіта, 2005, 464 с.
4. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.
5. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч. III: Підручник. Київ.: «Хай-Тек-Прес», 2013. 528 с.
6. Любін М. В. Механізація транспортуючих робіт: [навч. посіб.]. Ч. II: Транспортуючі машини без тягового органу. Вінниця: ВНАУ, 2010. 230 с.



**Andrii BLASCHUK<sup>28</sup>,**  
2nd year student,  
Faculty of Engineering and Technology,  
Vinnytsia National Agrarian University  
Vinnytsia, Ukraine

## **VÄDERSTAD SOWING COMPLEXES – DEVELOPMENT, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

***Анотація:** Посівні комплекси Väderstad – це сучасні сільськогосподарські машини, розроблені для ефективного та точного висіву насіння. Вони поєднують у собі функції обробки ґрунту, внесення добрив і висіву, що дозволяє значно зменшити кількість проходів по полю, скоротити витрати на паливо та знизити рівень ущільнення ґрунту. Завдяки інноваційним технологіям і високій якості компонентів, посівні комплекси Väderstad забезпечують рівномірне розподілення насіння та оптимальні умови для його проростання. Вони підходять для роботи в різних кліматичних умовах та на різних типах ґрунтів, що робить їх універсальним рішенням для сільськогосподарських підприємств.*

***Ключові слова:** Посівні комплекси, агротехнології, ефективність посіву.*

***Annotation:** Väderstad seed drills are modern agricultural machines designed for efficient and accurate sowing of seeds. They combine the functions of soil cultivation, fertilization and sowing, which allows to significantly reduce the number of passes on the field, reduce fuel costs and reduce the level of soil compaction. Thanks to innovative technologies and high-quality components, Väderstad seeding complexes provide even distribution of seeds and optimal conditions for their germination. They are suitable for working in different climatic conditions and on different types of soil, which makes them a universal solution for agricultural enterprises.*

***Key words:** Sowing complexes, agrotechnologies, sowing efficiency.*

***Introduction:** Väderstad seeding complexes are innovative agrotechnical solutions designed for effective seeding. These machines combine the functions of soil preparation, seed sowing and fertilizer application in one pass. Thanks to the use of advanced technologies, Väderstad complexes ensure precise control of sowing depth, uniform distribution of seeds and preservation of soil structure, which contributes to obtaining high yields and reducing cultivation costs. Seed drills are an important part of modern agriculture, and Väderstad is a leader in the development and production of these machines. In view of the growing needs for increasing the efficiency of agricultural production and optimizing resources, Väderstad sowing complexes offer farmers a wide range of solutions that allow combining soil cultivation, fertilizer application and seed sowing in one technological process. This significantly reduces fuel costs, reduces soil impact and increases productivity. Thanks to innovative*

---

<sup>28</sup>Науковий керівник – Швець Л.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

approaches and high quality workmanship, Väderstad seeding complexes have become synonymous with reliability and efficiency, making them the number one choice for farmers worldwide. In this context, it is important to consider the advantages and technical characteristics of Väderstad sowing complexes, which provide them with a leading position in the agricultural machinery market. Väderstad sowing complexes are an integral part of modern agriculture aimed at achieving high efficiency, productivity and sustainable development. In modern conditions of agricultural production, it is important not only to ensure high productivity, but also to do it with minimal resource consumption and impact on the environment. Väderstad, one of the leading manufacturers of agricultural machinery, offers comprehensive solutions that combine the functions of tillage, fertilization and sowing. Innovative technologies, which are equipped with Väderstad seeding complexes, allow farmers to achieve uniform seed distribution, precisely control the sowing depth and preserve the soil structure. This contributes to better plant germination and increased yield. In light of these advantages, understanding the operation and efficiency of Väderstad seeding systems becomes key for modern farmers and agricultural enterprises seeking to optimize their production processes and increase their competitiveness in the market. [1]

### ***Contribution of basic material***

#### **History and development of the Väderstad company**

Väderstad was founded in 1962 in Sweden as a small family business. Over the decades of its existence, Väderstad has turned into one of the world's leading manufacturers of agricultural machinery, in particular seeding complexes. Its success is based on constant innovation, high quality products and the ability to adapt to changes in the agricultural sector.

#### **Overview of Väderstad sowing complexes**

Väderstad sowing complexes are multifunctional machines that combine several technological operations in one unit. This allows farmers to simultaneously cultivate the soil, apply fertilizers and sow seeds, which significantly saves time and resources. The company's range includes various models that can adapt to different conditions and requirements of farmers.



***Pin. 1. Väderstad Rapid sowing complex paired with a John Deere tractor. [2]***

Väderstad Rapid sowing complex.

Rapid provides quality work at a high working speed and performs pre-sowing preparation of the seed bed, surface leveling, sowing and compaction of the seed material in one pass. Thanks to its simple and high-quality design, the planter has a long service life and does not require significant maintenance costs. Minimal or traditional tillage - Rapid guarantees ideal sowing results in any conditions.

The world leader in the production of sowing coulters

The heart of the Rapid seeding complex is the unique seed coulters, which have been unmatched in the world since the Rapid concept revolutionized the seeding industry 25 years ago. The Rapid has a unique seeding depth control system that is adjustable from the tractor cab. In this system, each wheel of the rolling system simultaneously compacts and controls the depth of two coulters at a given depth. Thanks to this, Rapid provides a uniform and friendly appearance of the stairs under any conditions.



*Pin. 2. The Rapid sowing complex is a unique opportunity to control the sowing depth. [2]*

Väderstad Spirit sowing complex.

In just one pass, the Spirit pneumatic seeding complex carries out loosening, leveling of the surface, preparation of the seed bed, sowing and compaction of the



*Pin. 3. Sowing complex Väderstad Spirit, performs sowing. [2]*

soil. Spirit is known as a planter that provides high precision at high speed in the field. Thanks to the individual adjustment of the depth of the rows, the seeds are always placed at the specified depth, which guarantees the uniform emergence of friendly seedlings and a good harvest.

Sowing coulters.

To form a good seedbed before sowing the seeds, the soil is rolled with large support wheels. Due to the fact that each individual coulter is equipped with a wide follower wheel, they react instantly to any unevenness or soil changes in the field, and the working depth always remains constant. Another advantage of having a wide, large-diameter drive wheel is the smooth movement of the planter with low vibration, which increases accuracy when working at high speed. 1



*Pin. 4. Formation of the seed bed. [2]*

Mini sowing complex Väderstad BioDrill.

BioDrill is a mounted mini planter that can be mounted on Väderstad cultivators and planters, thus increasing their versatility. BioDrill is equipped with a precise dosing system, which is controlled by a speed radar and ensures uniform seed distribution over the entire working width. It is characterized by almost the same precision of work as a full-fledged grain seeder, which is very important when sowing with low seeding rates or when sowing mixed crops with different seed sizes. BioDrill not only provides excellent quality indicators for sowing small-seeded crops, but also allows you to save money and preserve productive soil moisture. Precise control with speed radar In order to maintain a constant seeding rate regardless of the speed of movement, the BioDrill planter is equipped with a speed radar. A signal that



*Pin. 5. Väderstad BioDrill mini sowing complex. [2]*

corresponds to a clearly defined speed guarantees you accurate sowing. Even distribution. The seeds, falling under their own weight, pass through the seed ducts connected to the BioDrill 180-250 planter. Eight output holes are

provided for every meter, and this ensures an even distribution of seeds over the entire working width.

Efficiency and benefits of use. Väderstad sowing complexes demonstrate high efficiency thanks to:

- Reducing the number of passes on the field, which reduces soil compaction.
- Optimizing the use of fertilizers, which reduces the cost of their purchase.
- Ensuring uniform distribution of seeds, which contributes to uniform germination and increased yield.
- The ability to work in different climatic conditions and with different types of soil, which makes them universal.

#### Economic and environmental impact

The use of Väderstad seeding complexes has a significant positive impact on both the farm economy and the environment. This is due to a number of factors that deserve a closer look:

#### Economic benefit

1. Reduced fuel costs: Väderstad seeding complexes combine several operations (tillage, sowing and fertilizing) in one pass. This reduces the number of passes on the field, and therefore, fuel consumption. Fewer passes mean not only fuel savings, but also reduced wear and tear on equipment, which reduces maintenance and repair costs.

2. Reduced fertilizer costs: Innovative precision fertilizer application systems, such as the use of SeedEye technology, allow the farmer to apply fertilizer exactly where it is needed. This ensures a more rational use of fertilizers, reducing their overall consumption and costs for their purchase.

3. Increased yield: Accuracy of sowing and uniform distribution of seeds create favorable conditions for plant growth, resulting in more uniform and generous harvests. Increasing the yield without increasing the costs of cultivation and fertilizers helps to increase the profitability of the farm.

4. Reduction of labor costs: Due to the automation of processes and the possibility of performing several operations in one pass, the need for human resources to perform routine tasks is reduced. This allows you to optimize the work process and reduce labor costs.

#### Environmental benefit

1. Reduction of CO<sub>2</sub> emissions: Reducing fuel consumption directly affects the reduction of carbon dioxide emissions into the atmosphere. Fewer field passes and more efficient use of resources help reduce the environmental footprint of farming.

2. Preservation of soil structure: The number of passes across the field directly affects soil compaction, which can negatively affect its fertility and water permeability. Väderstad sowing complexes, which combine several operations in one pass, reduce the degree of soil compaction, preserving its natural structure. This contributes to better penetration of water and air to the root system of plants.

3. Rational use of fertilizers: Technologies of accurate application of fertilizers allow minimizing their excessive use, which reduces the risk of soil and groundwater pollution. Thus, Väderstad sowing complexes contribute to the preservation of ecological balance in agricultural regions.

4. Preservation of biodiversity: Due to the reduction of the number of passes of the equipment on the field, the impact on the local flora and fauna is reduced. This helps to preserve the natural habitat for the variety of animal and plant species that can live and thrive on farmland.

Sustainable development and future prospects

Economic and environmental impact

The use of Väderstad seeding complexes has a significant positive impact on both the farm economy and the environment. This is due to a number of factors that deserve a closer look:

Economic benefit

1. Reduced fuel costs: Väderstad seeding complexes combine several operations (tillage, sowing and fertilizing) in one pass. This reduces the number of passes on the field, and therefore, fuel consumption. Fewer passes mean not only fuel savings, but also reduced wear and tear on equipment, which reduces maintenance and repair costs.

2. Reduced fertilizer costs: Innovative precision fertilizer application systems, such as the use of SeedEye technology, allow the farmer to apply fertilizer exactly where it is needed. This ensures a more rational use of fertilizers, reducing their overall consumption and costs for their purchase.

3. Increased yield: Accuracy of sowing and uniform distribution of seeds create favorable conditions for plant growth, resulting in more uniform and generous harvests. Increasing the yield without increasing the costs of cultivation and fertilizers helps to increase the profitability of the farm.

4. Reduction of labor costs: Due to the automation of processes and the possibility of performing several operations in one pass, the need for human resources to perform routine tasks is reduced. This allows you to optimize the work process and reduce labor costs. [3]

Environmental benefit

1. Reduction of CO<sub>2</sub> emissions: Reducing fuel consumption directly affects the reduction of carbon dioxide emissions into the atmosphere. Fewer field passes and more efficient use of resources help reduce the environmental footprint of farming.

2. Preservation of soil structure: The number of passes across the field directly affects soil compaction, which can negatively affect its fertility and water permeability. Väderstad sowing complexes, which combine several operations in one pass, reduce the degree of soil compaction, preserving its natural structure. This contributes to better penetration of water and air to the root system of plants.

3. Rational use of fertilizers: Technologies of accurate application of fertilizers allow minimizing their excessive use, which reduces the risk of soil and groundwater pollution. Thus, Väderstad sowing complexes contribute to the preservation of ecological balance in agricultural regions.

4. Preservation of biodiversity: Due to the reduction of the number of passes of

the equipment on the field, the impact on the local flora and fauna is reduced. This helps to preserve the natural habitat for the variety of animal and plant species that can live and thrive on farmland.

**Conclusion.** Väderstad seed complexes contribute to the implementation of the principles of sustainable development in agriculture. They allow farms to achieve economic goals without harming the environment. This is especially important in the context of growing demands for environmental safety and sustainability. Innovations in agricultural technology, such as those introduced by Väderstad, help to ensure the sustainable development of agriculture, increasing its efficiency and reducing the negative impact on ecosystems. Väderstad seed complexes contribute to the implementation of the principles of sustainable development in agriculture. They allow farms to achieve economic goals without harming the environment. This is especially important in the context of growing demands for environmental safety and sustainability. Agricultural innovations such as those implemented by Väderstad help to ensure the sustainable development of agriculture by increasing its efficiency and reducing the negative impact on ecosystems.

### References

1. Kaletnik G.M., Zdyrko N.G., Fabiyanska V.Yu. Biogas - in households - a guarantee of energy independence of rural areas. Economy. Finances. Management: topical issues of science and practice. 2018. No. 8 (36). P. 7-22.
2. Budyak R.V., Posvyatenko E.K., Shvets L.V., Zhuchenko G.A. Construction materials and technologies. Study guide. Vinnytsia National Agrarian University. 240 p.
3. Veselovska N.R., Rutkevich V.S., Shargorodskyi S.A. Technological foundations of agricultural machine building. Study guide. Vinnytsia: VNAU. 283 p.

**Владислав ДЕРУНЕЦЬ<sup>29</sup>,**  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗДОВЖНЬОЇ ТА ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТУ НА БАЗІ САМОХІДНОГО ШАСІ**

**Анотація.** Розглядається питання визначення поздовжньої та поперечної стійкості вантажно-транспортного агрегату на базі самохідного шасі під час завантаження сільськогосподарських вантажів у м'які тарі. Зазначено, що в

---

<sup>29</sup>Науковий керівник – асистент Шаповалюк С.О., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

*процесі технологічних операцій навантажувачу доводиться пересуватися від одного об'єкта до іншого, здійснювати технологічні переїзди та перетинати нерівності рельєфу в результаті чого поздовжня стійкість вантажно-транспортного агрегату залежить від ваги вантажу, що піднімається.*

**Ключові слова:** *навантажувач, стріла, стійкість, робочий орган, кліщовий захват, сітка, навантаження, вантаж, схил, агрегат.*

**Annotation.** *The question of determining the longitudinal and transverse stability of a truck-transport unit based on a self-propelled chassis during loading of agricultural cargo into soft containers is considered. It is noted that in the process of technological operations, the loader has to move from one object to another, carry out technological transitions and cross terrain irregularities, as a result of which the longitudinal stability of the freight transport unit depends on the weight of the cargo being lifted.*

**Keywords:** *loader, boom, stability, working body, pincer grip, net, load, load, slope, unit.*

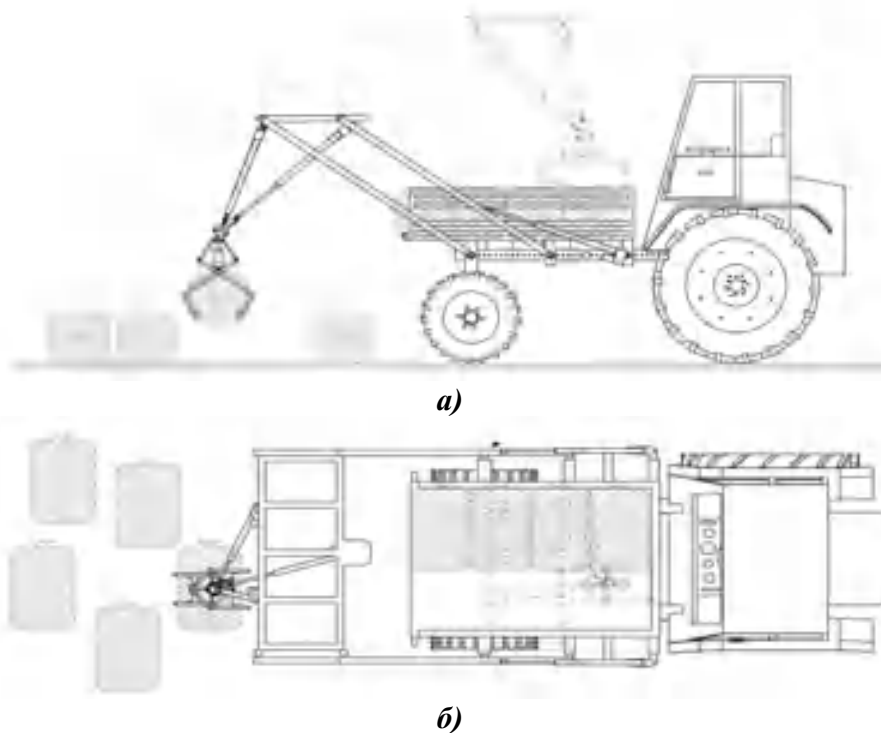
**Вступ.** Незважаючи на розвиток засобів механізації у сільськогосподарському виробництві, об'єм ручної праці на заготівлі плодоовочевої продукції досягає до 40 % – 50 %. Усунути цей недолік можна тільки комплексною механізацією та автоматизацією вантажно-розвантажувальних операцій [1].

Тому, досконалення технологій збирання плодоовочевої продукції та технічних засобів, спрямованих на зниження трудових та матеріальних витрат є актуальним завданням сільськогосподарського виробництва та має важливе народногосподарське призначення.

**Виклад основного матеріалу.** Останнім часом номенклатура вантажних засобів у агропромисловому комплексі досить широкий. Штучні вантажі, в тому числі і овочі в м'якій тарі найчастіше переміщують мобільними навантажувачами, штабелерами з вилючним захватом. Існують навантажувачі із захватними пристосування для мішків з піском (будівельна галузь), захвати великогабаритних вантажів (рулонів), захвати для бочок, колод. Однак для навантаження мішків та сіток, як показав аналіз літератури та джерел у мережі Internet, номенклатура захватів обмежена, для таких операцій застосовуються здебільшого кліщові захвати [1, 2].

Для зниження частки ручної праці при завантаженні овочів, упакованих у м'яку тару, безпосередньо з поля у транспортний засіб пропонується обладнати самохідне шасі з кузовом навантажувальним маніпулятором, що має кліщовий захват (рис.1).





**Рис. 1. Технологічний процес захвату та навантаження сіток за допомогою маніпулятора вантажно-транспортного агрегату: а) – вид технологічного процесу з боку; б) – вид технологічного процесу зверху**

Навантажувальний агрегат рухається по полю із заданою технологічною швидкістю  $V$  здійснює захват сіток і навантаження їх у кузов до його повного заповнення [3].

За незначних відстаней від поля до місця складування врожаю або місця його реалізації можливі варіанти:

- вантажно-транспортний агрегат після заповнення кузова овочами у м'якій тарі транспортує самостійно завантажені сітки (мішки) із поля до сховища;
- при завантаженні кузова самохідного шасі агрегат переїжджає та здійснюється перевантаження тари з овочами з кузова шасі в причіп або кузов великовантажних транспортних засобів;
- застосування перевалочної технології навантаження з використанням змінних кузовів.

При використанні змінних кузовів необхідна модернізація вантажно-транспортного агрегату із введенням у конструкцію механізму мультиліфт. При цьому потрібні додаткові змінні кузова та технічні засоби для їх транспортування. У цьому варіанті, при повному завантаженні кузова шасі безпосередньо на полі або на краю поля за допомогою механізму мультиліфта знімається змінний кузов, встановлюється на шасі порожній і продовжується подальше збирання овочів у м'якій тарі.

У процесі технологічних операцій навантажувачу доводиться пересуватися від одного об'єкта до іншого, здійснювати технологічні переїзди та перетинати нерівності рельєфу. У зв'язку з тим, що конструкція навантажувача має значні габарити по висоті, центр тяжіння всього агрегату також зміщується вище при переведенні стріли у вертикальне положення,

внаслідок чого стає актуальним питання визначення стійкості вантажно-транспортного агрегату при його русі як по полю, так і при транспортних переїздах [3, 4]. Проведені експериментальні дослідження вантажно-транспортного агрегату показали незначні інерційні навантаження на металоконструкцію навантажувача, під час роботи коефіцієнт динамічності не перевищує значення 1,1. Тому прийнято припущення про достатність статичних розрахунків на стійкість вантажного агрегату в поздовжній та поперечній площині.

У цьому випадку було розглянуто два варіанти:

а) у поздовжній площині, при максимальному вильоті стріли навантажувача;

б) у поперечній площині, за визначенням граничного кута нахилу механізму.

В даному випадку поздовжня стійкість вантажно-транспортного агрегату залежить від ваги вантажу, що піднімається. При максимальному вильоті стріли задні колеса самохідного шасі розвантажуються, в результаті чого відбувається перекидання механізму навантажувача через передні опори. Для цього необхідно визначити координати центру ваги вантажно-транспортного агрегату (рис. 2).

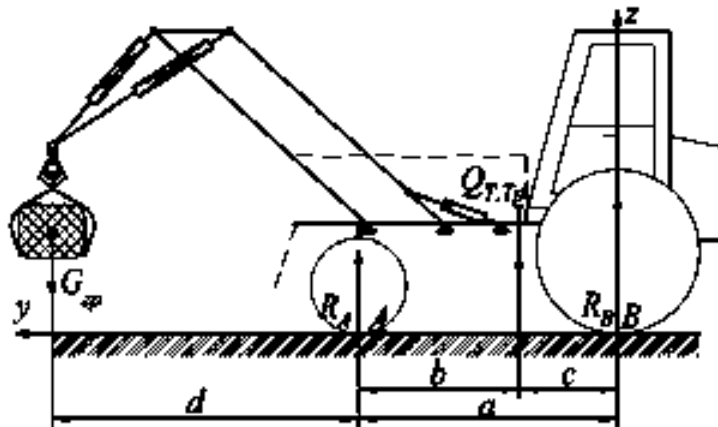


Рис. 2. Схема визначення статичної поздовжньої стійкості при максимальному вильоті стріли вантажно-транспортного агрегату

Координату центру ваги механізму по осі  $y$  визначали за наступною формулою [3]

$$y = \frac{a \cdot R_A}{m_{mp} \cdot g} = \frac{1,6 \cdot 650}{21000} = 0,05 \text{ м}, \quad (1)$$

де  $a$  – колісна база самохідного шасі вантажно-транспортного агрегату, м;

$R_A = 6500 \text{ Н}$  – реакції опор на передні колеса;

$R_B$  – реакція на задні опори навантажувача, Н;

$m_{mp}$  – маса самохідного шасі

механізму, кг;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Сума проєкцій усіх сил на вісь  $y$

$$\sum F(y) = 0; \quad -G_{\bar{a}\delta} + R_A - Q_{T.Tp} + R_B = 0 \quad (2)$$

Сума моментів щодо точки  $A$

$$\sum M(A) = 0; \quad G_{\bar{a}\delta} + d - Q_{T.Tp} \cdot b + R_B \cdot a = 0 \quad (3)$$

Втрата стійкості вантажно-транспортного агрегату відбувається при наближенні реакції на задніх колесах шасі  $R_B=0$ , тоді вираз (3) приймає вид

$$G_{\bar{a}\delta} \cdot d = Q_{T.Tp} \cdot b, \quad (4)$$

$$G_{\bar{a}\delta_{\max}} = \frac{Q_{T.Tp} \cdot b}{d} = 16270 \text{ Н}, \quad (5)$$

де  $b$  – відстань від передньої осі коліс самохідного шасі, до центру маси, м;

$Q_{T.Tp}$  – вага прикладена в центрі ваги;  $H$ ;

$G_{zp}$  – максимальна вага вантажу, що піднімається,  $H$ .

Таким чином, перекидання механізму вантажно-транспортного агрегату через передні опори відбудеться при піднятті вантажу масою  $m_{Tp}=1658$  кг.

Поперечна стійкість вантажно-транспортного агрегату визначається у випадку, коли навантажувач рухається поперек схилу [2]. При повному розвантаженні однієї зі сторін настає перекидання механізму. Для цього в даному випадку необхідно визначити кут поперечного ухилу, при якому навантажувач починає перекидатись (рис. 3).

Сума проєкції всіх сил на вісь  $x$

$$\sum F(x) = 0; -G_{\bar{a}\delta} - Q_{T.Tp} + R_a \cdot \cos a + R_b \cdot \cos a = 0, \quad (6)$$

де  $R_A$  – реакція опори переднього колеса в точці  $A$ ,  $H$ ;

$R_B$  – реакція опори переднього колеса в точці  $B$ ,  $H$ .

Сума моментів щодо точки  $A$

$$\sum M(A) = 0; G_{Tp} \cdot h \cdot \sin a - Q_{mp} \left( \frac{e}{2} \cdot \cos a - l \cdot \sin a \right) = 0 \quad (7)$$

де  $h$  – відстань від центру об'єкта, що піднімається, до поверхні вантажу, м;

$e$  – колія самохідного шасі навантажувача, м;

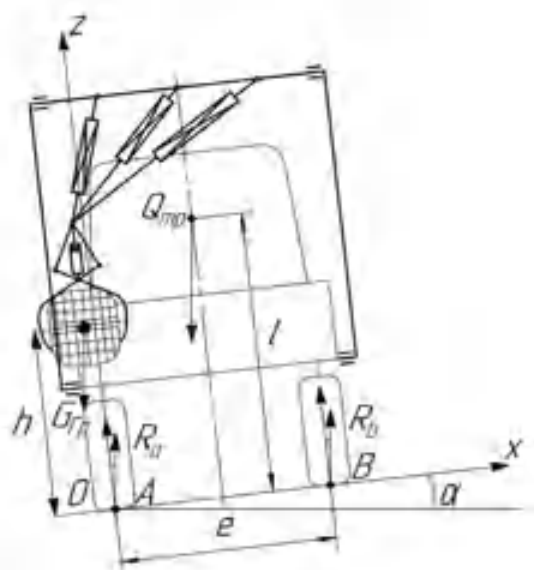
$l$  – відстань від центру ваги самохідного шасі до поверхні поля; м;

$\alpha$  – кут поперечного ухилу  $\alpha$ , град.

з умови (7) отримано вираз кута

$$\alpha = \text{arcctg} \left( \frac{G_{Tp} \cdot h + Q \cdot l}{0,5 \cdot Q \cdot e} \right) \quad (8)$$

$$\text{arcctg}(2,5) = 21,8^\circ \quad (9)$$



**Рис. 3. Схема до визначення статичної поперечної стійкості при русі вантажно-транспортного агрегату поперек схилу**

Отримуємо, що граничне значення кута поперечного ухилу, при якому відбудеться перекидання навантажувача, становить  $\alpha \geq 21,8^\circ$ .

Для фронтальних навантажувачів відповідно з ГОСТ 18962-86 і ISO 3691-80, при роботі з штучними вантажами допускається кут нахилу щодо опорної поверхні в поздовжній площині – 4 % і 18 % при русі навантажувача з опущеним вантажем, у поперечній площині допускається 6 % [5, 6]. Під час руху навантажувача відсоток нахилу можна визначити як  $15 \pm 1,1 \cdot V$ , де  $V$  – швидкість руху, км/год.

На підставі результатів виконаних розрахунків, можна зробити висновок, що для розробленого вантажно-транспортного агрегату забезпечується необхідна поздовжня та поперечна стійкість.

**Висновки.** Розроблено конструкцію самохідного вантажно-транспортного засобу з маніпулятором і захватом для м'якої тари. Запропоновані схеми технологічного процесу навантаження та транспортування з поля овочів у м'якій тарі в кузові самохідного шасі. Визначено умови поздовжньої та поперечної стійкості вантажно-транспортного агрегату на базі самохідного шасі під час завантаження сільськогосподарських вантажів у м'які тарі.

### **Список використаної літератури.**

1. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр.ун-ту*. 2011. № 29. С. 252–260.
2. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
3. Любін М. В. Механізація транспортуючих робіт: [навч. посіб.]. Ч. II: Транспортуючі машини без тягового органу. Вінниця: ВНАУ, 2010. 230 с.
4. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки: ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. – 200 с.

5. Любін М. В., Токарчук О. А., Єленіч М. П. Розрахунки підймальних механізмів та машин: навч. посіб. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2013. – 208 с.

6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

**Іван ДІБРОВА<sup>30</sup>,**  
студент 2 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОБПРИСКУВАЧА ДЛЯ ОБРОБКИ ПРОМИСЛОВИХ ЯГІДНИХ НАСАДЖЕНЬ**

***Анотація.** Розглядається питання підвищення ефективності роботи обприскувача для обробки промислових ягідних насаджень, за рахунок використання тунельного обприскувача з дефлекторними форсунками, з можливістю регулювання подачі повітря та розчину пестицидів. Визначено параметри розподілу робочої суміші по висоті плодової стінки, встановлено залежність якості покриття листяної поверхні від її площі. Запропоновано технологічний процес і схему пристрою для обприскування насаджень малини з системою нерівномірного внесення пестицидів.*

***Ключові слова:** ягідні культури, обприскування, захист рослин, шкідники малини, хвороби малини, вентиляторні обприскувачі, дефлектор, форсунка.*

***Annotation.** The question of increasing the efficiency of the sprayer for the treatment of industrial berry plantations, due to the use of a tunnel sprayer with deflector nozzles, with the possibility of regulating the supply of air and pesticide solution, is considered. The parameters of the distribution of the working mixture along the height of the fruit wall were determined, and the dependence of the quality of the covering of the leafy surface on its area was determined. The technological process and scheme of the device for spraying raspberry plantations with a system of uneven application of pesticides are proposed.*

***Key words:** ягідні культури, обприскування, захист рослин, шкідники малини, хвороби малини, вентиляторні обприскувачі, дефлектор, форсунка.*

***Вступ.** Захист малини від хвороб і шкідників є однією з відповідальних операцій, від якості і своєчасності якої багато в чому залежить ефективність її виробництва. У зв'язку з цим, а також з огляду на особливу небезпеку пестицидів для здоров'я працюючих і навколишнього середовища, даного технологічного*

---

<sup>30</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

процесу, вдосконаленню конструкції обприскувачів має бути приділена особлива увага [1].

Неефективність застосовуваних в ягідництва вітчизняних обприскувачів очевидна. Жоден з них не забезпечений системою рекуперації робочої рідини, яка не потрапила на оброблювані рослини. У зв'язку з цим, не менше 50 % пестицидів осаджується на ґрунт або зноситься вітром, посилюючи і без того напружену екологічну обстановку [2].

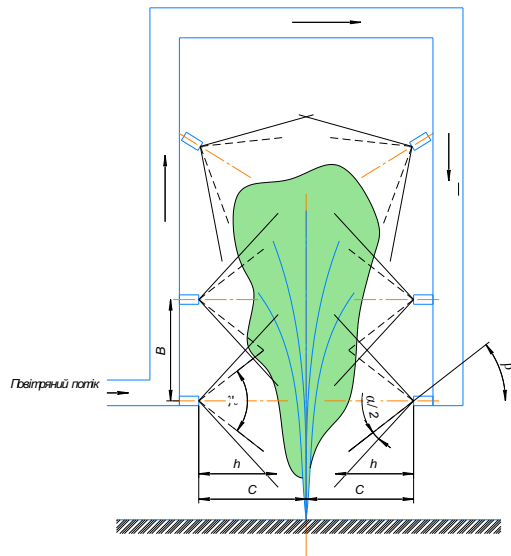
Тому зниження енергоспоживання і витрат пестицидів при обприскуванні промислових насаджень малини через обґрунтування технологічного процесу і режимів роботи робочих органів малооб'ємного тунельного обприскувача залежно від розподілу врожаю та площі листяного покриву по висоті рослини сьогодні має важливе господарське значення.

**Виклад основного матеріалу.** Конструкція ягідного обприскувача повинна враховувати морфологічні особливості будови оброблюваної ягідної культури. Найбільш оптимальною формою обприскувача для ягідництва є П-подібна рамка, на яку встановлюються розпилювачі, при чому розпилювачі повинні ма знизити енергоспоживання і втрати пестицидів при обприскуванні промислових насаджень малини через обґрунтування технологічного процесу і режимів роботи робочих органів малооб'ємного тунельного обприскувача залежно від розподілу врожаю та площі листяного покриву по висоті рослини. ти можливість регулювання кута нахилу форсунки на рівні  $\beta - 0 \dots 45^\circ$ , це необхідно для того щоб забезпечити потрапляння робочої рідини під листя і в глибину куща, на найбільш віддалені від обприскувача стебла (рис.1). Для забезпечення високої екологічності та ефективності розподілу робочої рідини найбільш прийнятні розпилювачі ежекторного типу з кутом при вершині факела розпилу  $\alpha = 95 \dots 100^\circ$  [3].

Правильно встановлені розпилювачі за один прохід обробляють ряд ягідної культури та при рядкову зону, забезпечуючи 98 %; покритої робочим розчином поверхні рослин [2, 3].

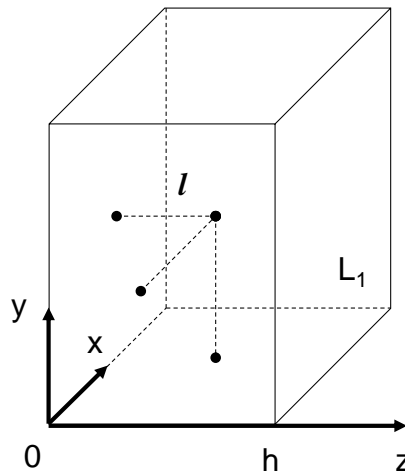
Для цього необхідно перекриття факелів з кутами  $95^\circ$  і щонайменше в 20 % їх ширини. При симетричному розташуванні факелів це відповідає перетину на лінії ряду променів, що виходять з розпилювачів під кутом до горизонталі  $\gamma_c = 38^\circ$ .

Також встановлено [4], що відстань між розпилювачами повинна бути 0,73...0,91 м. Тому відстань установки розпилювача з кутом факела  $95^\circ$  від ягідної стінки становить  $h = 0,2 \dots 0,3$  м, а оптимальне віддалення розпилювача від осі ряду -  $c = 0,35 \dots 0,5$  м.



**Рис. 1. Технологічна схема роботи обприскувача ягідних насаджень**

Проведено моделювання поведінки повітряно-рідинного потоку перед кроною (рис.2). Процес проникнення рідини, що розпилюється, представимо рівнянням дифузії. Глибина проникнення потоку  $h=h(t)$  в паралелепіпед відстані від сопла до умовної границі куща це функція часу  $t$ . Переходячи до безрозмірної змінної  $\xi=z/h$ , в змінних  $\xi$  і  $t$  рівняння турбулентної дифузії можна представити у вигляді:



**Рис. 2. Глибина проникнення потоку робочої суміші в плодове стінку**

$$a(c, \rho) \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{h^2} \cdot \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial \xi} \right) + a(c, \rho) \frac{dh}{dt} \cdot \frac{\xi}{h} \cdot \frac{\partial T}{\partial \xi} - a(c, \rho) \frac{1}{h} \frac{\partial h_0}{\partial t} \cdot \frac{\partial T}{\partial \xi} - \frac{1}{h} \cdot \frac{\partial S}{\partial \xi} + M \quad (1)$$

де  $c$  – коефіцієнт дифундування;  $\rho$  – щільність плодової стінки;  $\lambda$  – коефіцієнт швидкості заповнення роючого об'єму;  $T$  – концентрація робочої рідини;  $\partial h_0 / \partial t$  – показник приросту шару;  $S$  – показник щільності потоку;  $M$  – коефіцієнт впливу перемішування на концентрацію у напрямку осі  $Oz$ .

Для визначення потоку в об'ємі використано експоненціальну залежність  $S(\xi) = S(0) \exp(-ah\xi)$ , де  $\alpha$  – коефіцієнт зменшення потоку [5].

Параметризацію рівняння (3.5) здійснено на основі рівняння кінетичної енергії турбулентності  $E$  і швидкості її дисипації  $\varepsilon$ :

$$\begin{cases} \frac{dE}{dt} = \frac{\alpha_E}{h^2} \frac{\partial}{\partial \xi} k \frac{dE}{d\xi} + \frac{\xi}{h} \frac{dh}{dt} \frac{dE}{d\xi} + p \\ \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{\alpha_\varepsilon}{h^2} \frac{\partial}{\partial \xi} k \frac{d\varepsilon}{d\xi} + \frac{\xi}{h} \frac{dh}{dt} \frac{d\varepsilon}{d\xi} + C_1 \frac{\varepsilon}{E} \end{cases} \quad (2)$$

де  $\alpha_E$  і  $\alpha_\varepsilon$  – безрозмірні величини;  $C_1$  – функція числа Рейнольдса [5, 6].

Числовий розрахунок виконано по у наступній алгоритмічній послідовності.

1) Складено рівняння дифузії в кінцевих різницях: (3)

2) Апроксимація рівняння для турбулентної енергії і швидкості її дисипації має вигляд [5]:

$$\begin{aligned} \delta_i E_i^{j+1} &= \frac{\alpha_E}{h^j} \delta_\xi \left( k_i^{j+1} \delta_{\bar{\xi}} E_i^{j+1} \right) + \frac{\xi_i}{h^j} \delta_i h^{j+1} \delta_\xi E_i^{j+1} + P_i^{j+1} - \varepsilon_i^{j+1}, \\ \delta_i \varepsilon_i^{j+1} &= \frac{\alpha_\varepsilon}{h^j} \delta_\xi \left( k_i^{j+1} \delta_{\bar{\xi}} E_i^{j+1} \right) + \frac{\xi_i}{h^j} \delta_i h^{j+1} \delta_\xi \varepsilon_i^{j+1} + C_{li}^{j+1} \frac{\varepsilon_i^{j+1}}{E_i^{j+1}} \left( P_i^{j+1} - \varepsilon_i^{j+1} \right), \\ P_i^{j+1} &= \frac{k_i^{j+1}}{h^j} \left[ \left( \delta_\xi u_i^{j+1} \right)^2 + \left( \delta_\xi v_i^{j+1} \right)^2 - \frac{g}{\rho} \delta_\xi \rho_i^j \right], \quad k_i^{j+1} = C_\varepsilon \frac{\left( E_i^{j+1} \right)^2}{\varepsilon_i^{j+1}}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\delta_i \left( \cdot \right)_i^{j+1} = \frac{\left( \cdot \right)_i^{j+1} - \left( \cdot \right)_i^j}{\Delta t}; \quad \delta_\xi \left( \cdot \right)_i^{j+1} = \frac{\left( \cdot \right)_{i+1}^{j+1} - \left( \cdot \right)_i^{j+1}}{\Delta \xi}; \quad (4)$$

$$\delta_{\bar{\xi}} \left( \cdot \right)_i^{j+1} = \frac{\left( \cdot \right)_i^{j+1} - \left( \cdot \right)_{i-1}^{j+1}}{\Delta \xi}; \quad \delta_\xi \left( \cdot \right)_i^{j+1} = \frac{\left( \cdot \right)_{i+1}^{j+1} - \left( \cdot \right)_{i-1}^{j+1}}{2\Delta \xi}.$$

3) На кожному кроці рішення перших двох рівнянь визначається методом прогонки.

4) Швидкості  $u_i^{j+1}$  і  $v_i^{j+1}$  до моменту рішення рівнянь (4) вже визначені з наступних рівнянь:

$$\begin{aligned} \delta_i u_i^{j+1} &= \frac{\alpha_E}{h^j} \delta_\xi \left( k_i^j \delta_{\bar{\xi}} u_i^{j+1} \right) + \frac{\xi_i}{h^j} \delta_i h^{j+1} \delta_\xi u_i^{j+1} \\ \delta_i v_i^{j+1} &= \frac{\alpha_E}{h^j} \delta_\xi \left( k_i^j \delta_{\bar{\xi}} v_i^{j+1} \right) + \frac{\xi_i}{h^j} \delta_i h^{j+1} \delta_\xi v_i^{j+1} \end{aligned} \quad (5)$$

5) Після визначення  $E_i^{j+1}$  і  $\varepsilon_i^{j+1}$  знаходиться коефіцієнт турбулентної дифузії  $\lambda_i^{j+1}$ . Таким чином, маємо повністю неявну схему щодо величин  $E$  і  $\varepsilon$ , що забезпечує її стійкість і не лінійність.

Приведений алгоритм дозволяє здійснити числовий розрахунок процесу при різних поєднаннях параметрів для запропонованої моделі розподілу концентрації крапель рідини в будь-якій точці простору перед кроною рослини.

Перевага використання положень фільтрування аерозолів для розрахунку режимів робочих органів обприскувачів в тому, що вперше можливе кількісно обґрунтувати потрібну подачу повітряно-рідинного потоку (об'ємну або масову, залежно від мети розрахунків) з урахуванням фактичних розмірів рослини.

На основі системного підходу складена структурна схема підсистеми «Рослина» (рис. 3).





Рис. 3. Структурна схема підсистеми «Рослина»

Режим роботи вентилятора визначає кількість повітря  $L_B$ , що подається. Режими роботи насоса регулюють норму внесення пестициду  $Q_{ж}$ . Від правильного вибору цих параметрів залежать якість і ефективність боротьби з шкідниками і хворобами малини. Дисперсність розпилу і густина покриття листової поверхні є показниками якості виконання технологічного процесу обприскування. Дисперсність розпилу залежить головним чином від конструкції розпилювача, густина покриття листової поверхні залежить безпосередньо від режиму подачі повітряно-рідинного потоку. Тому саме густину покриття доцільно використовувати як критерій якості фільтрування.

Біологічні зміни рослини як фільтрувальної перегородки можна умовно розділити на дві групи: такі, що є функцією часу  $\phi n = f(t)$ , і такі, що вимагають регулювання по висоті крони  $\phi n = f(H)$ .

Подачу повітряного потоку можна визначити як суму подач повітря по висоті крони:

$$L_B = \sum L_{Bi} . \quad (6)$$

Регулювання подачі повітряного потоку по висоті крони дозволить поліпшити якість обприскування за рахунок підбору швидкості фільтрування залежно від форми фільтрувальної перегородки.

Основним завданням роботи є необхідність експериментально встановити функціональні залежності подачі повітря від розмірів рослини як фільтрувальної перегородки  $L_B = f(\phi n)$ .

**Висновки.** Визначено, що обприскування є процесом фільтрування аерозолі крізь крону рослини, де двохфазний газовий потік, що складається із суміші повітря і крапель робочої рідини, проходить крізь простір крони, стикаючись з поверхнею рослини, краплі затримуються і осідають, при цьому повітряно-рідинна суміш розділяється на повітря і осад. Для опису технологічного процесу обприскування плодової стінки малини було

використано основне диференціальне рівняння фільтрування та інші теоретичні закономірності.

### Список використаної літератури.

1. Кернасюк Ю. Економічні перспективи вирощування ягід. Агробізнес. 2015. № 10. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichniyi-hektar/item/7901-ekonomichni-perspektyvy-vyroshchuvannia-iahid.html>
2. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр.ун-ту*. 2011. № 29. С. 252–260.
3. Рекомендації по технології обприскування польових культур. Syngenta. URL: <https://www.syngenta.kz/rekomendaciipo-tehnologii-opryskivaniya-polevyh-kultur/> (дата звернення 1.09.2024).
4. Барановський О.С., П'ятаченко В.І., Шатохін С.Є. Дослідження якості роботи сучасних розпилювачів. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. зб. / ННЦ «ІМЕСГ», Глеваха, 2021. Вип. №14 (113). С. 57–65.
5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

**Вадим ГАНЖА<sup>31</sup>**,  
студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## СИЛОВИЙ АНАЛІЗ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

***Анотація.** Розглядається проблема інтенсифікації процесу міжрядного обробітку просапних культур просапним культиватором з комбінованим робочим органом, обладнаним просапною стрілкою лапою та двома ротаційними робочими органами. Отримані аналітичні залежності процесу взаємодії ротаційного органу з ґрунтом та проведеного силового аналізу.*

***Ключові слова:** просапні культури, культиватор, стрілчаста лапа, ротаційний робочий орган, міжрядний обробіток ґрунту.*

***Annotation.** The problem of intensification of the process of inter-row cultivation of row crops by a row cultivator with a combined working body equipped*

---

<sup>31</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

with a row-arrow foot and two rotary working bodies is considered. Analytical dependencies of the process of interaction of the rotary body with the soil and the performed force analysis were obtained.

**Key words:** row crops, cultivator, arrow paw, rotary working body, inter-row tillage.

**Вступ.** Сучасне сільськогосподарське рослинництво направлене на високопродуктивне виробництво. Сьогодні в Україні більшість просапних культур вирощується великими аграрними холдингами, що орієнтуються виключно на промислове виробництво продукції рослинництва. А це в свою чергу вимагає використання високовартісної сільськогосподарської техніки, відповідних засобів захисту рослин, добрив та насіння. Такий стан речей погіршує і так складну екологічну ситуацію та підвищує собівартість кінцевого продукту [1, 2].

При цьому вартість кінцевого продукту складається з вартості ґрунтообробних операції, добрив, насіння, засобів захисту рослин та загальновиробничих витрат [2]. Враховуючи це, єдиним напрямком зменшення собівартості виробництва є зменшення витрат на обробіток ґрунту та захист рослин. Цього можна досягти заміною високовартісної зарубіжної техніки вітчизняними зразками з обґрунтуванням параметрів робочих органів цих культиваторів для ефективного міжрядного обробітку, що дасть можливість зменшити кількість обробітків гербіцидами.

**Виклад основного матеріалу.** При роботі на ротаційний орган діє сила опору рис. 1, яка визначається як добуток показника питомого опору ґрунту на суму площ лобових проєкцій робочих елементів [3, 4]:

$$P_i = k \sum S_i \quad (1)$$

де  $k$  – питомий опір ґрунту;

$S_i$  – площа лобової проєкція зуба, м<sup>2</sup>.

Питомий опір ґрунту визначається експериментальним шляхом, а площа проєкції – як добуток величини заглиблення  $h_i$  до поперечного розміру зуба  $d_i$ . Величина  $d_i$  складається з поздовжніх і поперечних розмірів робочого елемента, які залежать від кута повороту ротаційного органу навколо осі обертання [5]:

$$d_i = X \sin \varphi_i + Y \cos \varphi_i \quad (2)$$

де  $\varphi_i$  – кут повороту ротора, град.

Питомий опір ґрунту визначається експериментальним шляхом, а площа проєкції – як добуток величини заглиблення  $h_i$  до поперечного розміру зуба  $d_i$ .

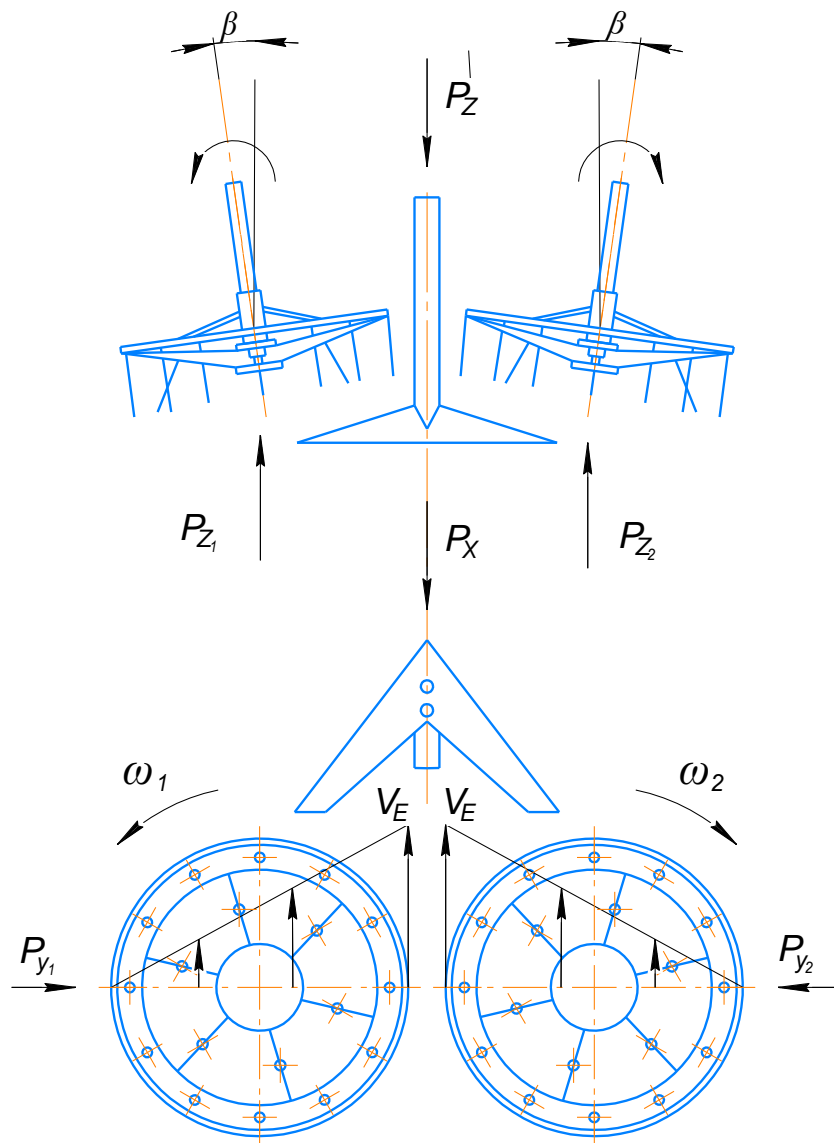


Рис. 1. Схема сил, діючих на комбінований робочий орган

де  $\varphi_i$  – кут повороту ротора, град.

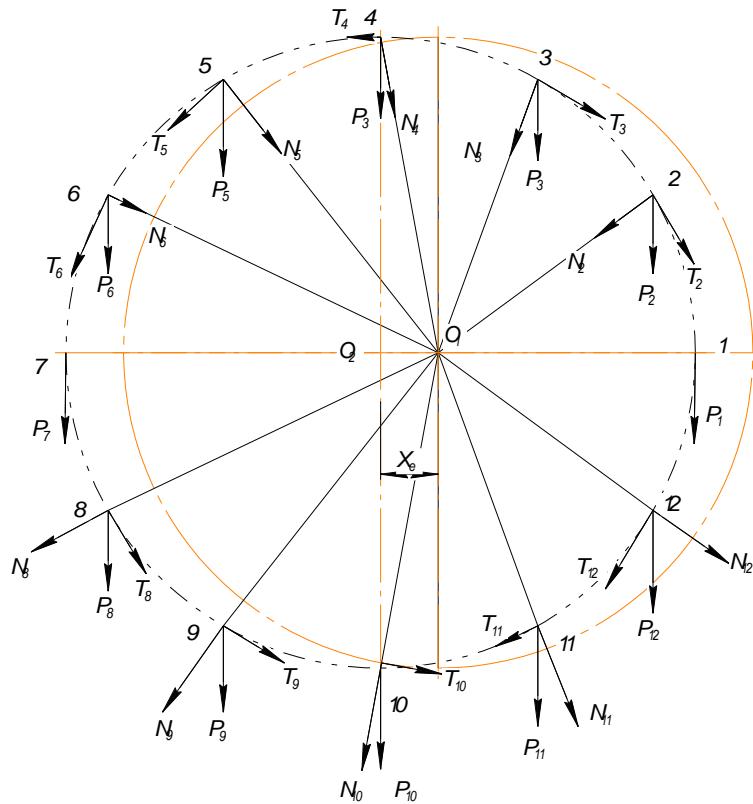
Знаючи заглиблення зовнішнього контуру, можна знайти силу, що діє на розглянутий робочий орган:

$$P_i = (k_1 + k_2)(X \sin \varphi_i + Y \cos \varphi_i) \left[ \frac{a(l - 2R_i \sin^2 \frac{\varphi}{2} \operatorname{tg} \beta)}{l \cos \beta} \right] \quad (3)$$

Аналізуючи отримане рівняння, можна відзначити, що сила опору робочого елемента залежить від величини питомого опору ґрунту, форми зуба, глибини обробітку, кута нахилу осі обертання ротора і місця розташування елемента, що розглядається.

Якщо підставити в отриманий вираз числові значення, то можна побудувати годограф сил опорів, прикладених до робочих елементів ротаційного

органу (рис. 2).



**Рис. 2. Годограф сил опору**

Знайдену силу опору розкладемо на дві складові: радіальну і дотичну. Величина дотичної сили, яка додається до будь-якого робочого елемента, визначається як добуток сили опору на косинус кута  $\alpha_i$ , який визначає положення проекції кінця розглянутого зуба зовнішнього контуру:

$$T_i = P_i \cos \alpha_i \quad (4)$$

Перпендикуляр, проведений до полярного радіус вектору, зовнішнього контуру, визначає напрямок дотичної сили. Наступна складова – радіальна сила, яка направлена до центру обертання ротора і виражається залежністю:

$$N_i = P_i \sin \alpha_i \quad (5)$$

Зі збільшенням кута нахилу осі обертання ротора до вертикалі зростає, величина радіальних сил робочих елементів, сумарне значення цих сил прагне змістити ротаційний орган в сторону від рядка до центру міжряддя [2, 6].

Визначення крутного моменту. Відомо, що крутний момент, будь-якого обертального тіла визначається як добуток дотичної сили до його радіусу обертання. Знаючи величину і напрямок дотичної сили, і відстань від центру обертання ротора до розглянутого зуба, можна визначити момент, створюваний будь-яким робочим елементом ротаційного органу:

$$M_i = T_i \rho_i \quad (6)$$

Підставляючи знайдені значення, рівняння (6) виразимо у вигляді:

$$M_i = P_i \cos \alpha_i \left( \sqrt{R_i^2 - l^2 \sin^2 \beta \sin^2 \alpha_i - l \sin \beta \cos \alpha_i} \right) \quad (7)$$

Визначивши величину крутного моменту одного робочого органу зовнішнього контуру, можна знайти загальний крутний момент для будь-якої кількості робочих елементів, що одночасно перебувають в ґрунті. Підставляючи числові значення в рівняння (7), можна побудувати епюри сил і моментів для робочих елементів зовнішнього контуру рис. 3.

Результати силового аналізу ротаційного органу ( $V_E = 2,0 \frac{M}{c}$ ;  $\beta = 15^\circ$ ;  $b = 270 \text{ мм}$ ;  $k = 1,0 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ).

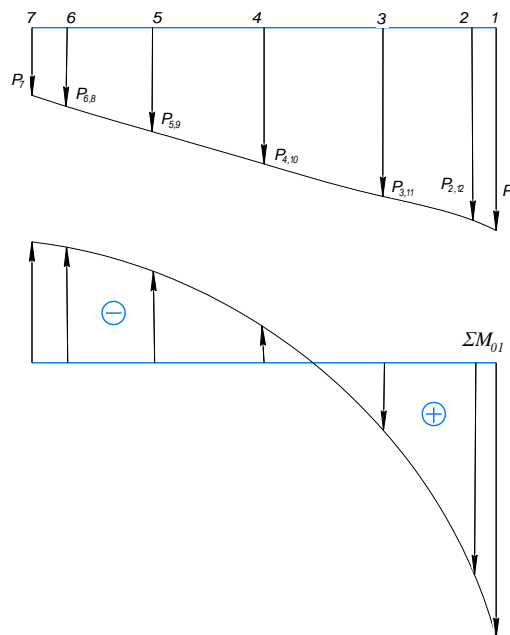


Рис. 3. Епюра сил і моментів

Як видно з рис. 3 позитивний момент, що розвивається ротором при роботі, майже в два рази більше від негативного. Тому отримана різниця і є тим моментом, який сприяє активному обертанню ротаційного органу в необхідному, згідно агротехнічних вимог, напрямку.

Крутний момент, створюваний робочими органами розташованими у внутрішньому контурі ротаційного органу, визначається аналогічним методом, як і для зовнішнього контуру.

Тоді крутний момент розглянутого робочого органу, застосовуваного для міжрядної обробки просапних культур, складається з суми моментів, створюваних робочими елементами зовнішнього і внутрішнього контурів:

$$M_{\text{КР}} = \sum_{i=1}^n M_i + \sum_{j=0}^k \dot{M}_j \quad (8)$$

де  $M_i$  – момент, створюваний робочими елементами зовнішнього контуру;  
 $\dot{M}_j$  – момент, створюваний робочими елементами внутрішнього контуру.

**Висновки.** Визначення крутного моменту дає можливість реально вибрати конструктивні параметри ротаційного робочого органу і режимів його роботи. При цьому розрахунок показує, що за рівномірної системи кріплення роторів на гряділі загальний момент дорівнює нулю, а загальна сила опору спрямована уздовж осі гряділя в сторону, поступального руху агрегату. Це вказує

на стійкість руху просапного культиватора з комбінованими робочими органами.

### Список використаної літератури.

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Горобей В.П. Актуальні аспекти розвитку механізації дослідних робіт в рослинництві. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 5–12.

2. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.

3. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

4. Хайліс Г.А., Горбовий А.Ю., Гошко З.О. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. за ред. Г.А. Хайліса. Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. 268 с.

5. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.

6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

Михайло КЛЕКІТ<sup>32</sup>,

студент 3 курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

### ТЕХНОЛОГІЧНІ ЕТАПИ ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ҐРУНТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЙОГО ПРОДУКТИВНОЇ ЦІННОСТІ

**Анотація:** У статті розглядається актуальність використання засобів агрохімічного аналізу для визначення стану ґрунту та впливу на потенційну врожайність сільськогосподарських культур. Також проаналізовано переваги та недоліки використання методів квадратних та адаптивних сіток. Висвітлено технологічні етапи проведення аналізу ґрунту: відбір проб, лабораторний аналіз, інтерпретація результатів.

**Ключові слова:** ґрунт, аналіз, квадратна сітка, адаптивна сітка, зразки ґрунту, урожайність, рН, рН-буфер.

**Annotation:** The article considers the relevance of using agrochemical analysis

---

<sup>32</sup>Науковий керівник – Труханська О.О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

*tools to determine the condition of the soil and the impact on the potential yield of agricultural crops. Advantages and disadvantages of using square and adaptive grid methods are also analyzed. The technological stages of soil analysis are highlighted: sampling, laboratory analysis, interpretation of results.*

**Key words:** soil, analysis, square grid, adaptive grid, soil samples, productivity, pH, pH-buffer.

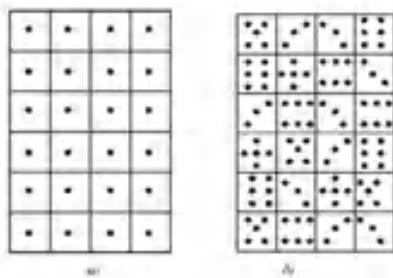
**Вступ.** Застосування методів відбору зразків ґрунту в польових умовах залежить від технології, характеристик полів та мети відбору (агрохімічне дослідження, впровадження елементів точного землеробства, проблеми, оцінка оброблюваної площі, діагностика азотного живлення тощо), розташування полів та інформація про існуючі прошарки ґрунту (карти врожайності культур за кілька років, рельєф, тощо) [1].

Проблема дослідження ґрунтів нині є надзвичайно актуальною для багатьох галузей сільського господарства. Продуктивна цінність ґрунту залежить від багатьох змінних факторів, включаючи вологість, температуру, склад, способи обробки, родючість, які, у свою чергу, визначаються вмістом неорганічних і органічних компонентів [2].

Найпродуктивнішими з точки зору родючості вважаються ґрунти з великою кількістю органічних речовин і оптимальним вмістом мінеральних речовин. Органічні речовини в ґрунті можуть бути рослинного, тваринного, мікробного або антропогенного походження. Агрохімічний аналіз часто використовують для визначення фізико-хімічних параметрів ґрунту. Зокрема, це водна та сольова кислотність ґрунту, його електропровідність, уміст органічної речовини, гранулометричний склад, наявність нітратного азоту, доступного фосфору, обмінних калію, натрію, сірки, кальцію, магнію, а також мікроелементів [3, 6].

**Виклад основного матеріалу:** Аналіз ґрунту дозволяє точно визначити хімічний склад та родючість ґрунту, що є вирішальним для вибору відповідних сільськогосподарських культур та необхідних добрив.

Спочатку потрібно зробити відбір проб сітковим методом: квадратною або адаптивною сітками. На однорідних польових ґрунтах можна використовувати квадратну сітку через кожні 1, 3, 5, 10 гектарів, проводячи по 20 проколів ґрунту. Наприклад, для погектарного аналізу в середньому на полі, площею 80 га необхідно зробити 1600 проколів ґрунту (рис. 1) [4].



**Рис. 1.** Схеми відбору проб ґрунту: а) – відбір проб у центрі сітки; б) можливі варіанти розміщення зібраних проб для створення змішаної проби



Більш точною вважається метод адаптивної сітки, у якому забір зразків ґрунту проводиться рандомізовано, в залежності від обраного фактора поля (навігаційних даних, карти врожайності, ґрунтової відмінності, або інших способів зонування). Дані дослідження приділяють увагу на вміст у ґрунті наявності різноманітних хімічних та мікроелементів, таких як, наприклад, сірка, фосфор, калій, кальцій, азот, та інш. У ґрунтах, з точки зору їх продуктивної цінності, можна виявити вміст того чи іншого елемента від дуже високого до помірному, а в менш продуктивних районах від помірному до високого. Наприклад, високий (низький) вміст фосфору чи калію у ґрунті: у високопродуктивних районах кількість цих елементів коливається від дуже високого до помірному, проте їх споживання - є високим і помірним у районах з низькою продуктивною цінністю ґрунту. На (рис. 2) побачити як змінюються результати аналізу ґрунтів в залежності від щільності досліджень.

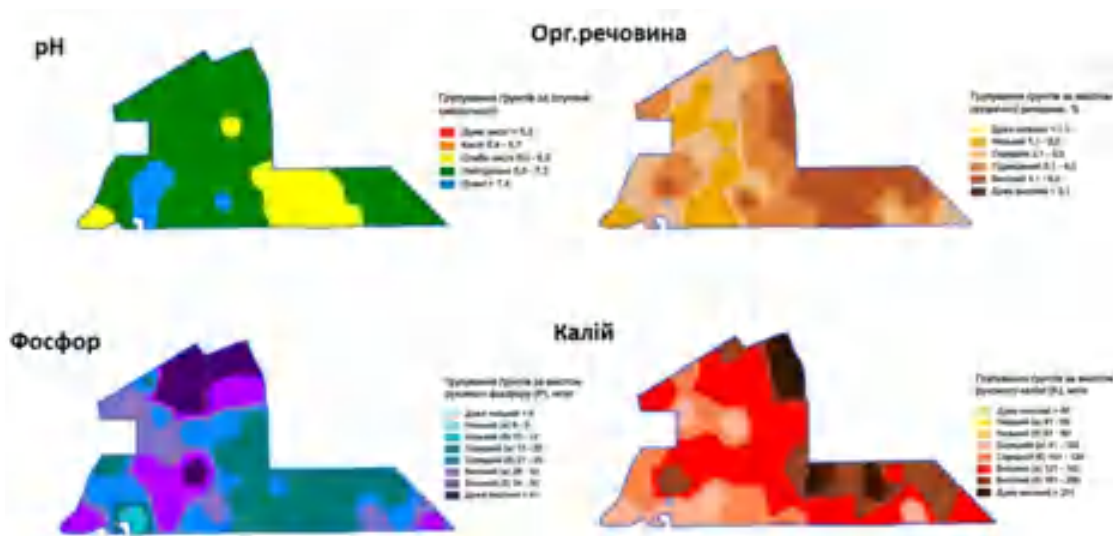


Рис.2. Карта поширення хімічних елементів фосфору, калію [4]

Наступним етапом аналізу є лабораторний аналіз. Сезон агрохімічних досліджень починається наприкінці весни, на початку червня (коли збирається урожай і поле очищується) і закінчується на початку зими, коли погодні умови дозволяють фахівцям у будь який час взяти проби ґрунту для отримання результатів [4, 5]. В результаті розширеного аналізу можна отримати дані з наявності у ґрунті наступного: рН, вміст солей, мінеральних і органічних речовин, кількість азоту (нітратів, амонію), фосфору, бору, калію, кальцію, магнію, натрію, сірки, цинку, заліза, марганцю, міді, гранулометрію ґрунту [4].

Важливим і основним кроком є правильний фаховий звіт - висновок проведеного аналізу, який рекомендуватиме, відповідно до ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських культур, адаптовані специфічні умови.

**Висновок:** Вибір методу адаптивної сітки більш точний, має можливість зонально налаштуватись під різні ґрунтові умови із врахуванням фактора поля.

В результаті аналізу можна отримати дані щодо технології точного землеробства, відповідно до продуктивної цінності ґрунту, витрат на

диференційоване внесення добрив, кількості зекономлених матеріалів та потенційну врожайність.

### Список використаних джерел

1. Качинський Л. І., Шапран В. М., Янко В. А. Гідрофізичні властивості ґрунтів. Київ: Наукова думка, 2015. 360 с.

2. Біологічний підхід до дослідження ґрунтів НІЗИНЕ - 2023: Електронний посібник: веб-сайт. URL:

[http://lib.ndu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/3105/1/%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82\\_%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84-%D0%9F%D0%B8%D1%85%D0%BE\\_%D0%B2%D0%B0.pdf](http://lib.ndu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/3105/1/%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82_%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84-%D0%9F%D0%B8%D1%85%D0%BE_%D0%B2%D0%B0.pdf) (дата звернення 18.09.2024 р.)

3. Царенко О.М., Яцун С.С. та ін. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. К.: Аграрна освіта, 2020. 243 с.

4. Як правильно провести агрохімічний аналіз ґрунту: веб-сайт. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/yak-pravilno-provoditi-agrohimichnij-analiz-gruntu> (дата звернення 18.09.2024 р.)

5. Особливості використання різних схем відбору проб ґрунту: Адаптивні сітки за шарами польових даних: веб-сайт. URL: <https://www.agrilab.ua/osoblyvosti-vykorystannya-shem-vidboru-gruntovyh-zrazkiv-adaptyvna-sitka-za-sharamy-danyh-polya-pryklad-1/> (дата звернення 18.09.2024 р.)

6. Trukhanska O., Hadaichuk M. Ensuring reliability and resource conservation coulter discs of grain seeders. Вібрації в техніці та технологіях. 2023. № 3 (110). С. 61-66.

Дмитро КЛЕВЕНЕЦЬ<sup>33</sup>,

студент 4-го курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ З БУНКЕРА

*Анотація:* Дана робота присвячена питанням вивантаження зернових матеріалів з бункерів. Проведено огляд і аналіз стану даного питання, виконано теоретичні дослідження процесу вивантаження зернового матеріалу із бункерів з бічним випускним отвором та проведено аналіз результатів чисельного експерименту.

*Ключові слова:* бункер, зерно, процес вивантаження, транспортування

<sup>33</sup>Науковий керівник: Шаргородський С.А., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

зерна, зернові матеріали, оптимізація вивантаження, конструкція бункера, механізми подачі.

**Annotation:** This work is devoted to the issue of unloading grain materials from bunkers. A review and analysis of the state of this issue was carried out, theoretical studies of the process of unloading grain material from hoppers with a side discharge hole were carried out, and an analysis of the results of a numerical experiment was carried out.

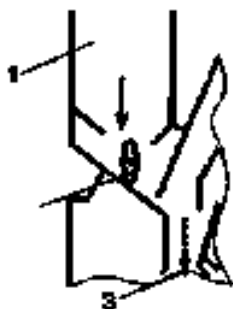
**Key words:** hopper, grain, unloading process, grain transportation, grain materials, unloading optimization, hopper design, feeding mechanisms.

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва існує необхідність у підвищенні пропускної здатності зерноочисних агрегатів при дотриманні агротехнічних вимог до очищеного зерна. Для розв'язку цього завдання необхідно використовувати нові шляхи по оптимізації як окремих вузлів і агрегатів, так і технологічних ліній у цілому.

У технологічних лініях подібні бункери повинні забезпечувати рівномірну подачу сипучого матеріалу по всій довжині випускного отвору, що здійснити досить складно. Також нерідко потрібно регулювати швидкість витікання із щілинних бункерів сипучого матеріалу для вибору оптимального режиму роботи агрегату.

У роботі [1] відзначено, що при різній щільності подаваної зернової купи, опір її є неоднаковим по глибині пневмосепаруючого каналу. Він має мінімальну величину в центральній частині й збільшується в напрямку до бічних стінок каналу. Внаслідок цього статичний тиск повітряного потоку у стінок перед зерновим струменем зростає, а в центральній частині падає. Відповідно, згідно з рівнянням Бернуллі, з'являється градієнт тиску, що має напрямок від стінок до центральної частини каналу. Отже, нерівномірний розподіл зернового матеріалу, що очищається, приводить до погіршення якості очищення зернової суміші. Однак на думку авторів основна частина живильних пристосувань пневмосепараторів не забезпечує рівномірне вивантаження зерен по ширині каналу.

**Виклад основного матеріалу.** Для регулювання швидкості витікання й подачі зернового матеріалу в живильних бункерах установлюють різні види регуляторів. Одне із конструкцій таких живильних пристосувань [2] презентовано на рис. 1.



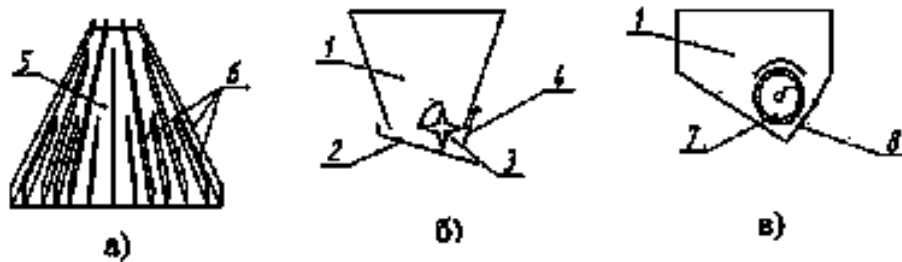
**Рис. 1. Фракційний пневмосепаратор: 1 - прийомне обладнання; 2 - живильний валик; 3 - обладнання введення зернових фракцій**

Прийомне обладнання, обладнане живильним валиком, забезпечує високу продуктивність і низький ступінь травмованості зернових культур. До недоліків

можна віднести невисокий коефіцієнт очищення зернового матеріалу від великих і дрібних домішок через недостатньо зроблене регулювання подачі зернового матеріалу.

Перевагою живильного обладнання в цій технологічній схемі сепаратора є те, що живильний валик дозволяє регулювати швидкість витікання зернового матеріалу. Недоліком є збільшення металоємності машини за рахунок живильного валика.

Таким чином, можна виділити основні групи пристосувань, що забезпечують рівномірне завантаження зерноочисної машини (рис. 2).



**Рис. 2. Розподільне обладнання: а) гравітаційної дії б) примусової дії, в) комбінованої дії, 1 - бункер, 2 - вібруюча заслінка, 3 - живильний валик, 4 - заслінка, 5 - скатна поверхня, 6 - перегородки, 7 - шнек, 8 - гравітаційний клапан**

З наведеного огляду випливає, що є багато сільськогосподарських агрегатів, де використовуються бункери з бічним випускним отвором. Основні складності, які зустрічаються в конструюванні подібних бункерів - це забезпечення необхідної швидкості витікання й рівномірної подачі сипучого матеріалу по всій ширині випускного отвору.

У процесі спорожнювання бункера сипучий матеріал рухається у бік випускного отвору, при цьому частки зерен роблять переміщення відносно один одного, а також щодо всіх стін і днища бункера. Ці переміщення супроводжуються тертям часток зерна між собою й про стінки бункера. При цьому тертя сипучого матеріалу може бути рідинним, сухим або граничним. У сільському господарстві найбільше часто зустрічаються сипучі матеріали, у яких тертя між частками наближається до граничного випадку сухого тертя при вологості зернового матеріалу 13-16 %. У зв'язку з цим, одним з основних допущень моделі прийнято допущення про сухе тертя між частками, а також між частками й усіма стінками й днищем бункера (закон Кулона). Це емпіричний закон, що описує властивості сил сухого тертя:

1) модуль сили сухого тертя спокою приймає значення від нуля до деякого свого максимального значення:  $0 \leq F_n \leq F_{\max}$ .

2) модуль сили сухого тертя ковзання дорівнює максимальному значенню модуля сили сухого тертя спокою  $F_{ck} = F_{\max}$ ; обумовлене це найбільшими швидкостями руху зернин в об'ємі бункера;

3) модуль сили сухого тертя ковзання пропорційний модулю сили нормального тиску:

$$F_{ck} = \mu \cdot N, \quad (1)$$

де  $\mu$  - коефіцієнт сили сухого тертя, що не залежить від сили нормального тиску;

4) вектор сили сухого тертя ковзання спрямований протилежно вектору

швидкості відносного руху зернини.

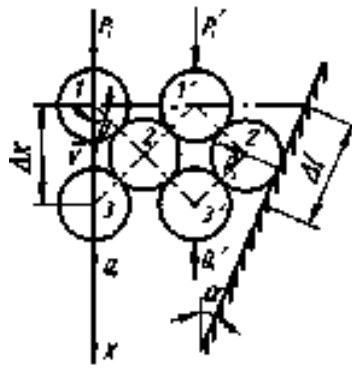


Рис. 3. Схема пошарового укладання умовних кульових зерен

Розглянемо схему пошарового укладання зерновок зернового сипучого тіла в бункері (рис. 3). При такому укладанні сипуче тіло складається з однакових абсолютно твердих кульових зерен, покладених правильними горизонтальними шарами.

На рис. 3 зображено дискретний елемент зернового матеріалу. Даний елемент складається із трьох шарів: провідного, відомого й проміжного [6].

Провідний шар складається з куль 1, 1', тому що їх рух збігається з напрямком прикладених до них зовнішніх сил  $P_i$ . Зовнішні сили опору  $Q_i$  спрямовані протилежно руху цього шару, отже, кулі 3 і 3' утворюють відомий шар, а кулі 2 і 2' утворюють проміжний шар. У подібній системі куль при русі кожна куля провідного шару буде скачуватися під дією вертикальних сил у поглиблення між кулями. Куля 2' буде постійно зміщатися убік осі  $x$ , і між ним і кулями 1' і 3' будуть виникати сили, спрямовані протилежно руху кулі 2.

При закритому випускному отворі бункера щільність сипучого тіла прагне до свого граничного значення  $\rho_{max}$ . Це явище необхідно мати через при визначенні середнього значення кута  $\beta$ . Кут укладання - це середнє можливе значення кута укладання. Кут  $\beta$  є кутом, утвореним вертикальною віссю бункера й загальною нормаллю до куль у крапці їх контакту (див. Рисунок 3).

Умовний діаметр зерен сипучого матеріалу  $d$ , м, визначається по формулі [6].

$$d = k_{\phi} \cdot \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c} \quad (2)$$

де  $k_{\phi}$  - коефіцієнт, що враховує форму зернової частки;  $a$  - довжина зерна, м;  $b$  - ширина зерна, м;  $c$  - товщина зерна, м.

Коефіцієнт  $k_{\phi}$  ураховує форму часток реального зернистого матеріалу щодо ідеальної кульової частки.

Який би не був вид витікання зернового матеріалу, його швидкість і витрату мало залежать від висоти стовпа сипучого матеріалу [7].

У результаті проведеного аналізу нами прийнята модель сипучого тіла, що має наступні властивості:

- зернова модель складається з кульових зерен, покладених пошарово;
- переміщенню зерен перешкоджають сили внутрішнього й зовнішнього тертя;
- при вивантаженні зернового матеріалу з бункера його зерна рухаються

тільки поступально, без здійснення обертового руху;

- щільність зернового матеріалу при спорожнюванні бункера не міняється;
- для бункерів з бічним випускним отвором при висоті випускного отвору (7 - 15)  $d$  формуються динамічні склепіння, для руйнування яких затрачається енергія гравітаційних сил;

- при висоті випускного отвору менше (3 ... 7)  $d$  формуються статично стійкі склепіння, і процес витікання припиняється.

Розглянемо схему укладання трьох куль у бункері з бічним випускним отвором (рис. 4).

Інтенсивне утворення зводів відбувається в зоні випускного отвору. Звід має дві точки опори: одну на днище, а іншу на торцевій стінці. Чим ближче координати цих крапок, тем вище й імовірність утворення склепіння. Звід зруйнується при втраті рівноваги кулі 1 або 3 [16]. Умовою рівноваги кулі 1 є рівності сил реакцій  $R_c$  і  $R_{B'}$ , прикладених у точках  $C$  і  $B'$  -  $\angle KCB' = \angle KB'C = \gamma$ . Умовою рівноваги кулі 3 є рівність сил реакцій  $R_E$  і  $R_{B''}$ , прикладених у точках  $C$  та  $B''$ :  $\angle KCB' = \angle KB'C = \gamma$ .

де  $\gamma$  - кут між мінімальним перетином бункера  $AE$  й реакціями  $R_c$  і  $R_{B'}$ , що виникають від впливу стискального зусилля  $P$ .

Відносне ковзання зерен можливо (розпірні властивості матеріалу зберігаються) при виконанні нерівності  $\beta \geq \psi \leq \gamma$  або  $\beta \geq \varphi \leq \gamma$  [4, 5].

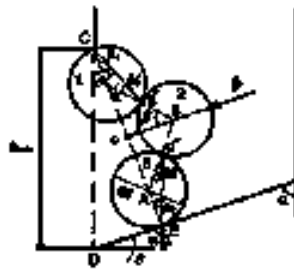


Рис. 4. Схема укладання трьох куль у бункері з бічним випускним отвором

Розглянемо рівнобедрений трикутник  $KBA$  (Рисунок 2.4), що має висоту  $OB$ . Сторони  $KB$  і  $BA$  дорівнюють умовному діаметру кулі  $d$ . Сторона  $KO$  визначиться як  $d \sin(\beta)$ , тоді сторона трикутника  $KA$  буде рівна  $2d \sin(\beta)$ . Виходячи із цього, можна знайти мінімальний поперечний переріз потоку зернового матеріалу  $AE$ , м,  $CE = d (2 \sin(\beta) + 1)$ . Знаючи  $CE$ , визначимо мінімальну висоту випускного отвору  $h_{min}$ , м,

$$h_{min} = \frac{d \cdot (2 \cdot \sin(\beta) + 1)}{\cos(\theta)} \quad (3)$$

де  $\beta$  - кут укладання зернового матеріалу, град;  $\theta$  - кут між днищем і горизонталлю, град;  $\alpha$  - кут між днищем і вертикаллю, град.

Однак кут  $\gamma$  є функцією  $\theta$ . Наприклад, при збільшенні  $\theta$  кут  $\gamma$  збільшується, і рівновага диска 3 може бути порушена. Знайдемо залежність  $\gamma = f(\theta)$ .

З рис. 4 випливає, що  $\gamma = \frac{\pi}{2} - (\beta + \theta)$ . Оскільки рівновага зберігається лише при  $\psi \geq \gamma$ ;  $\varphi \geq \gamma$ , то при  $\psi \leq \varphi$ ,  $\theta \geq \frac{\pi}{2} - (\beta + 2\varphi)$ ; при  $\psi \geq \varphi$ ,  $\theta \geq \frac{\pi}{2} - (\beta + 2\psi)$ .

Підставивши знайдене значення  $\theta$  в (2.3), знайдемо мінімальну висоту випускного отвору  $h_{min}$ , м

$$\left(\frac{h}{d}\right)_3 \quad h_{min} = \frac{d_y \cdot (2 \cdot \sin(\beta) + 1)}{\sin(\beta + 2\psi)} \quad \text{при } \psi \leq \varphi; \quad (4)$$

$$\left(\frac{h}{d}\right)_3 \quad h_{min} = \frac{d_y \cdot (2 \cdot \sin(\beta) + 1)}{\sin(\beta + 2\varphi)} \quad \text{при } \psi \geq \varphi; \quad (5)$$

Згідно (3) мінімальна висота випускного отвору, при якому починається стійке витікання зернового матеріалу, залежить від геометричних розмірів зерен, кута укладання зерен і кута нахилу днища.

Таким чином, мінімальна робоча висота « $h_{min}$ » (рис. 4) щільного прямокутного бічного випускного отвору бункера залежить від розміру СЕ, що є самим вузьким перетином потоку зерновок перед виходом їх з вертикальної бічної щілини бункера.

Зміна об'єму верхнього елемента  $\Delta V_1$  зернового матеріалу буде таким же, як якби переміщення верхнього шару  $\Delta l_1$  зайняло положення нижнього шару  $\Delta l_2$  і рівнялося зміні нижнього об'єму  $\Delta V_2$ . При нескінченно малому  $\Delta t$  буде нескінченно мало й  $v \Delta t$ , тому можна вважати дані перетини прямокутними. Об'єми цих елементів будуть рівні:

$$\Delta V_1 = S_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t; \quad \Delta V_2 = S_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t \quad (6)$$

де  $S_1$  - площа поперечного перерізу бункера,  $m^2$ ;  $S_2$  - площа випускного отвору бункера,  $m^2$ .

Зміна потенційних енергій  $\Delta W_1$ , Дж, і  $\Delta W_2$ , Дж, в об'ємах  $\Delta V_1$  і  $\Delta V_2$  відповідно можна знайти по формулах

$$\Delta W_1 = \Delta m_1 \cdot g \cdot h_1; \quad \Delta W_2 = \Delta m_2 \cdot g \cdot h_2 \quad (7)$$

де  $\Delta m_1$  - зміна маси верхньої ділянки за  $\Delta t$ ,  $\Delta m_1 = \rho \cdot \Delta V_1$ , кг;  $\Delta m_2$  - зміна маси верхньої ділянки за  $\Delta t$ ,  $\Delta m_2 = \rho \cdot \Delta V_2$ , кг;  $h_1$  - координата центр мас по висоті об'єму  $\Delta V_1$ , м;  $h_2$  - координата центр мас по висоті об'єму  $\Delta V_2$ , м,  $h_2 = h / 2$ , м;  $h$  - висота випускного отвору бункера, м.

Знаючи зміну мас верхнього й нижнього об'ємів  $\Delta V_1$  і  $\Delta V_2$ , визначимо кінетичні енергії  $E_1$ , Дж, і  $E_2$ , Дж, верхньої та нижньої ділянок відповідно по залежностях:

$$E_1 = \frac{\Delta m_1 \cdot v_1^2}{2}; \quad (8)$$

$$E_2 = \frac{\Delta m_2 \cdot v_2^2}{2}. \quad (9)$$

Атмосферний тиск  $G_0$ , Па, що діє на перетин АВ, робить роботу  $A_1$ , Дж, вектор якої спрямований у бік руху зернового матеріалу. Атмосферний тиск, що діє на

перетин CD, виконує роботу  $A_2$ , Дж, вектор якої спрямований проти руху зернового матеріалу. Отже, уся робота атмосферного тиску  $A$ , Дж, буде рівна

$$A = G_0 \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t - G_0 \cdot S_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t \quad (10)$$

До сил, що діють на об'єми  $\Delta V_1$  і  $\Delta V_2$ , можна віднести сили тертя  $\Delta A_{mp}$ , і енергію, необхідну для руйнування зводів  $\Delta W'$ .

Застосуємо закон збереження й перетворення енергії для витікання зернового матеріалу з бункера з бічним випускним отвором

$$\begin{aligned} \frac{\Delta m_1 \cdot v_1^2}{2} + \Delta m_1 \cdot g \cdot h_1 - \frac{\Delta m_2 \cdot v_2^2}{2} - \Delta m_2 \cdot g \cdot h_2 = \\ = G_0 \cdot S_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t - G_0 \cdot S_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t + \Delta A_{mp} + \Delta W' \end{aligned} \quad (11)$$

Виходячи з допущення про те, що сипучої матеріал є суцільним середовищем, маємо  $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$ ,  $\Delta m_1 = \Delta m_2 = \Delta m$ .

Внаслідок стаціонарності витікання повна енергія зернового матеріалу

Перетворимо вираз (10), помноживши обидві його частини на 2, замінивши  $\Delta m$  на  $\Delta V \rho$ :

$$\frac{\Delta V \cdot \rho \cdot v_1^2}{2} - \frac{\Delta V \cdot \rho \cdot v_2^2}{2} + \Delta V \cdot \rho \cdot g \cdot h_1 - \Delta V \cdot \rho \cdot g \cdot h_2 = \Delta A_{mp} + \Delta W' \quad (12)$$

Розділимо обидві частини рівняння на  $\Delta V$  (одержимо питому енергію, віднесену до одиниці об'єму сипучого матеріалу) і перетворимо його ліву частину

$$\rho \cdot v_2^2 \cdot \left( \frac{S_2^2}{S_1^2} - 1 \right) + 2 \cdot \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2) = \frac{2 \cdot \Delta A_{mp}}{\Delta V} + \frac{2 \cdot \Delta W'}{\Delta V} \quad (13)$$

Виразимо з виразу (13)  $v_2$

$$v_2 = \sqrt{\frac{\frac{2 \cdot \Delta A_{mp}}{\Delta V} + \frac{2 \cdot \Delta W'}{\Delta V} - 2 \cdot \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2)}{\rho \cdot \left( \frac{S_2^2}{S_1^2} - 1 \right)}} \quad (14)$$

У зв'язку з тим, що  $\frac{\Delta A_{mp}}{\Delta V} = \frac{A_{mp}}{V} = A_{num}$ , а  $\frac{\Delta W'}{\Delta V} = \frac{W'}{V} = W_{num}$ , то вираз прийме остаточний вид

$$v_T = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2) - 2 \cdot (A_{num} + W_{num})}{\rho \cdot \left( 1 - \frac{S_2^2}{S_1^2} \right)}} \quad (15)$$

Для проведення теоретичних досліджень використовували кути нахилу днища бункера до вертикалі приймали значення: 25, 30, 37, 45, 53, 60. Відносна вологість повітря становила 63 %, температура повітря 21 - 250 С.



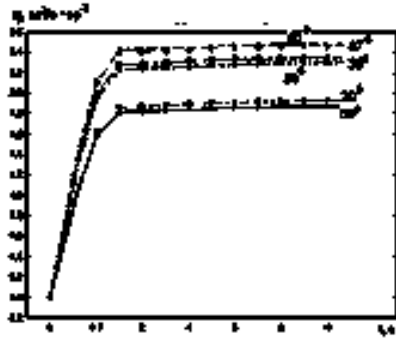


Рис. 5. Залежність витрати кукурудзи від часу витікання при  $V = 0,03 \text{ м}^3$ ,  $S_2 = 0,015 \text{ м}^2$  і різних значеннях кута нахилу днища  $\theta$

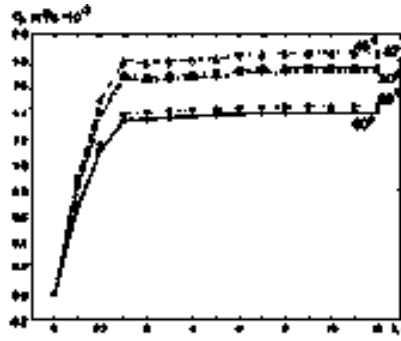


Рис. 6. Залежність витрати соняшника від часу витікання при  $V = 0,03 \text{ м}^3$ ,  $S_2 = 0,015 \text{ м}^2$  і різних значеннях кута нахилу днища  $\theta$ .

Із графіка (рис. 5) видно, що при куті нахилу днища  $\theta = 45^\circ$  витрата кукурудзи має максимальне значення. Зі зменшенням або збільшенням кута нахилу днища він зменшується. Це обумовлено тим, що зі збільшенням кута нахилу днища інерційні сили, що здобуваються зернами в зоні випускного отвору, перевищують сили тертя, отже, витрата збільшується, досягаючи максимального значення при  $\theta = 45^\circ$ . Далі зі збільшенням у перетин потоку зменшується, а ймовірність утвору зводів збільшується. Це приводить до збільшення енергії, затрачуваної на руйнування зводів, і, як наслідок цього, відбувається зменшення масового вивантаження зернового матеріалу. Рекомендований діапазон кута нахилу днища перебуває в межах  $30 - 50^\circ$ .

При  $\theta = 60^\circ$  швидкість витікання і його витрату значно падають у зв'язку з утвором статично стійких зводів. Тому при роботі із цим кутом нахилу днища для забезпечення продуктивності такий же, як при  $\theta = 45^\circ$ , необхідно збільшити висоту випускного отвору бункера.

**Висновки.** Установлено, що при збільшенні висоти випускного отвору вплив склепін на процес витікання сипучого матеріалу зменшується за експонентним законом, при цьому швидкість витікання досягає свого максимального значення при куті нахилу днища  $\theta = 45^\circ$ .

Об'ємна витрата зернового матеріалу залежить від способу регулювання площі випускного отвору. Якщо площа випускного отвору регулювати його висотою, то витрата зернового матеріалу в середньому на 16 % вище випадку, коли вона регулюється його довжиною.

При збільшенні коефіцієнта зовнішнього тертя з  $f = 0,38$  до  $f = 0,63$  питомий опір зернового матеріалу в бічних частинах випускного отвору збільшується з  $Q = 1,184$  до  $Q = 1,201$  по відношенню до центральної частини й нерівномірність витікання збільшується з 13,2 до 16,8%

### Список використаних джерел

1. Кирия Р.В., Максютенко В.Ю., Брагінець Д.Д., Круківці Ю.І. До питання про витікання сипучого вантажу з бункера із щілинним отвором. *Геотехнічна механіка*: науковий журнал. Дніпропетровськ. Вип. 80. 2008. С. 351-362 (дата звернення 03.07.2024).
2. Банніков Д.О., Казакевич М.І. Розрахунки пірамідально-призматичних

бункерів методом кінцевих елементів. *Наука й освіта*: посібник. Дніпропетровськ. 2003. 150 с. (дата звернення 23.07.2024).

3. Едвін Х. Гайлорд, Гайлорд Дж., Чарльз Н. Конструкція сталевих бункерів для зберігання сипучих продуктів. *Макгроу-Хілл*: навчальний посібник. 2020. 278 с. (дата звернення 08.08.2024).

4. Реіснер В. Бункери та бункери для роботи з сипучими матеріалами: практичні методи проектування мурашників. *Макгроу-Хілл*: навчальний посібник. 2018. 324 с. (дата звернення 17.08.2024).

5. Іванов М.І., Руткевич В.С Колісник О.М., Лісовий І.О. Дослідження впливу параметрів блочно-порційного сепаратора на діапазон регулювання швидкості робочих органів. *ІНМАТЕХ - Сільськогосподарське машинобудування*: науковий журнал. Вип. 57(1)2019. С. 37–44 (дата звернення 29.08.2024).

6. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика: науковий журнал*. №1(39). 2013. С. 91–96 (дата звернення 16.09.2024).

7. Серета Л.П., Руткевич В.С., Зінев М.В. Дослідження математичної моделі гідроприводу сегментно-пальцевої косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*: науковий журнал. №1(100). 2018. С. 111–123 (дата звернення 30.09.2024).

**Артур КОЖУХАР<sup>34</sup>**,  
студент 3-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КАПУСТОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

**Анотація:** У статті проведено аналіз конструкцій капустозбиральних машин, що є важливими для підвищення ефективності збору капусти в сільському господарстві. Розглянуто різні типи машин, їх конструктивні особливості та функціональні можливості. Особлива увага приділена перевагам і недолікам кожної конструкції, а також їх впливу на продуктивність збору. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технологій збору капусти та підвищення якості зібраного врожаю.

**Ключові слова:** капустозбиральні машини, механізація збору, сільськогосподарська техніка, робочі органи, технологія збору капусти, дослідження машинобудування.

---

<sup>34</sup>Науковий керівник: Шаргородський С.А., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

**Annotation:** *The article analyzes the design of cabbage harvesting machines, which are important for increasing the efficiency of cabbage harvesting in agriculture. Different types of machines, their design features and functionality are considered. Particular attention is paid to the advantages and disadvantages of each design, as well as their impact on harvesting performance. The results obtained can be used to improve cabbage harvesting technologies and improve the quality of the harvested crop.*

**Key words:** *cabbage harvesting machines, harvesting mechanization, agricultural machinery, working bodies, cabbage harvesting technology, mechanical engineering research.*

**Вступ.** Дотепер обробка капусти супроводжується значними затратами ручної праці. Збирання капусти, це найбільш трудомістка операція при її виробництві і становить до 70% усіх затрат праці. В умовах концентрації виробництва продукції ця проблема вирішувалася залученням великої кількості робітників, а також створенням великих збиральних комплексів зі стаціонарними лініями доопрацювання продукції. Це обумовлене низьким рівнем механізації збирання капусти.

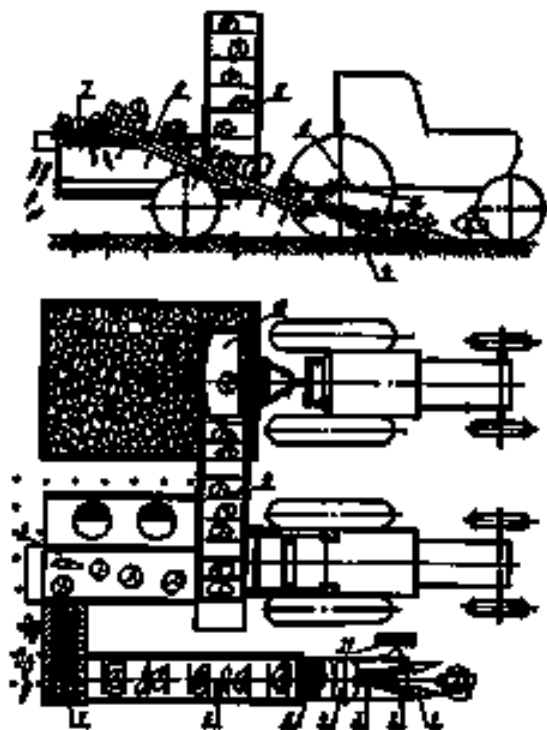
За останні роки парк капустозбиральних машин значно збільшився, але дотепер немає універсальних капустозбиральних машин, що забезпечують однією і тією ж машиною виконання збирання білокачанної капусти вибірковою і суцільними способами. Попри багаторічні роботи з удосконалення конструкцій начіпних капустозбиральних машин, здатних потенційно забезпечувати якісне збирання капусти, застосування їх обмежене. Високі вимоги до якості товарної продукції при механізованому вибірковою і суцільному збиранні капусти не забезпечуються різальними і транспортувальними робочими органами капустозбиральної машини. Це обумовлено невідповідністю наявних конструкцій і режимів їх роботи раціональним при використанні капустозбиральних агрегатів. Розв'язання зазначених питань дозволить розширити виробництво, а застосування універсальних машин для збирання капусти дозволить підвищити рівень механізації збирального процесу.

**Виклад основного матеріалу.** Першою машиною, у якої якість машинної обрізування качанів наблизилась до якості ручної обрізування, став однорядний капустозбиральний комбайн МСК-1 (рисунок 1), де 1 - ліфтери; 2 - напрямні вальці; 3 - вальці, що вирівнюють; 4 - дискові ножі; 5 - притискний транспортер; 6 - приймальний транспортер; 7 - обрізувач листя; 8 - стіл доробки; 9 - вивантажувальний транспортер; 10 - лоток; 11 - опорне колесо.

Збирання проводилося за двома технологіями:

1) ручна доробка качанів до товарного виду на комбайні й навантаження в транспортний засіб, що поруч іде;

2) навантаження капусти з аркушем у транспортний засіб з наступною закладкою на зберігання або доробкою на сортувальному пункті.



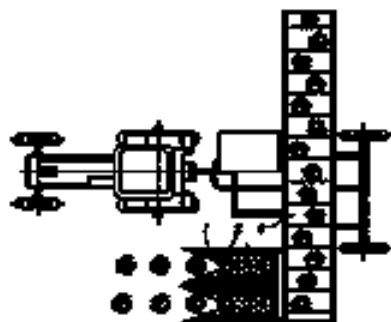
*Рис. 1. Технологічна схема капустозбирального комбайна МСК-1*

Комбайн працював за принципом зрізу качана на корені. Застосовувався різальний апарат шнекового типу з дисковими ножами.

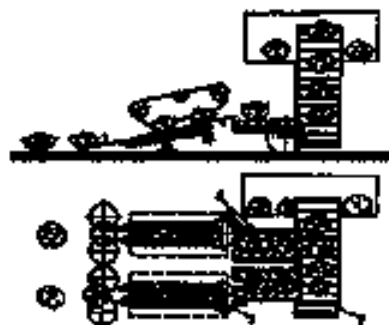
Для потокової технології розроблені машини УКМ-1 і УКМ-2 (рис. 2). Вони складаються із двох робочих органів: клавішного ріжучого апарата і вивантажувального транспортера. Агрегатуються із трактором ЮМЗ - 10244Н. Обслуговують агрегат тракторист і машиніст. Продуктивність агрегату 0,8...1,5 га за зміну. Машини УКМ зрізують качани, відокремлюють їх від качанів і зайвих листів, здійснюють навантаження в транспортний засіб. Потім продукція доставляється до ліній доробки.

Дворядна капустозбиральна машина фірми «Лоув машин компані» (США) (Рисунок 3) має регульовану ширину захвату. Машина складається з 1 - відрізних ножів; 2 – шнекового відділювача листа; 3 – вивантажувального елеватора. Машина призначена для суцільного збирання качанної капусти із двох рядків і одночасним навантаженням її в транспортний засіб. Відмінною рисою машини є гідромеханічний привод усіх наявних на ній обертових вузлів. У якості ліфтерів використовуються обертові похилі диски. Технологічний процес збирання машиною відбувається так само, як у вищеописаних машин, однак передача зрізаних качанів на шнековий відділювач листа проводиться

дисковим ножом, яким корінці відділяються від качанів.



*Рис. 2. Капустозбиральна машина УКМ-2*



*Рис. 3. Технологічна схема капустозбиральної машини фірми «Лоув машин компанії» (США)*

У цей час випускається ряд машин для збирання капусти такими фірмами, як «Asa-Lift», Данія; «Bleinroth», Німеччина; «Hortech», Італія; «Sweere», Голландія; «Bartschi-Fobro AG», Швейцарія; «Zeyer Agrarsysteme», Німеччина та інші.

Німецька фірма Bleinroth GmbH [3] спеціалізується головним чином на випуску машин для збирання білокачанної і червонокачанної капусти. На ринку представлені капустозбиральні машини KSC-1, K-1, а також самохідні машини. Машини мають зносостійкий гідропривід робочих вузлів з плавним регулюванням. Робоча швидкість агрегату до 6 км/год.

Малогобаритний капустозбиральний комбайн [3] виконаний у начіпному варіанті і містить різальний апарат із пристроєм для попередньої сепарації купи капусти, перебіркового транспортера, навантажувального елеватора і опорні колеса.

Різальний апарат принципово новий, заснований на використанні коливних робочих поверхонь для вирівнювання рослин капусти при підведенні до різального пристрою. Перебіркового транспортера виконано із плоских пластин з отворами із гостро заточеними кромками. Пластини закріплені на тягових ланцюгових контурах. Під верхом перебіркового транспортера-обрізувача на шляху проходження отворів у пластинах впритул до неї встановлений на рамі пасивний ніж, а нижче - лоток, тобто працює за принципом стаціонарної лінії доробки капусти ЛКМ-30. Полотно навантажувального елеватора виконано із кривих поперечних прутків і шкребків у вигляді жолоба.

При роботі комбайна різальний апарат направляється уздовж ряду, що вбирається. Ліфтери різального апарата разом із притискним транспортером підводять рослини капусти в зону різання. При цьому еластичне полотно копіює поверхню качанів, сили пружності строп сприяють зводу тягових контурів друг до друга, але при цьому поперечні тверді розпірки перешкоджають їхньому сходженню, що запобігає спаданню тягових контурів із зірочок. Далі качани

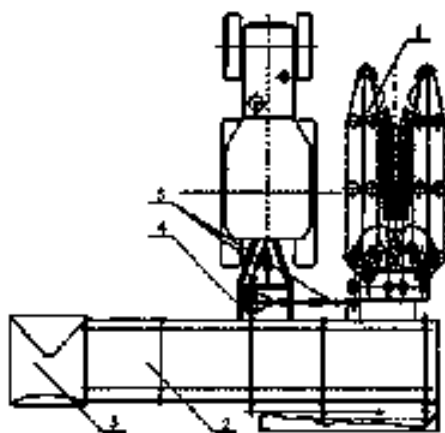
зрізуються і надходять спочатку на виносний транспортер, а потім на перебірковий транспортер.

На виході з різального апарата потік купи капусти, що складається з качанів, листів капусти, рослинних залишків і інших домішок, проходить через вальцьовий обрізувач листя. При цьому супутні відходи зтягаються між вальцем і виносним транспортером і падають на землю, а качани завантажуються на перебірковий транспортер.

На перебірковому транспортері качани зазнають інспекції. Робітники відбирають качани з довгими стеблами і вставляють в отвори пластин, у яких вони надалі обрізаються при зустрічі з пасивним ножом. При цьому у основи качанів разом з корінцем підрізаються прикорневі і покриваючі листи. Далі товарні качани надходять на навантажувальний елеватор. На навантажувальному елеваторі супутні відходи, що залишилися в потоці, відділяються від товарних качанів, провалюючись у зазорах між його прутками і шкребками.

Технологічний процес збирання капусти з доведенням її до товарного виду протікає стійко, без забивання робочих органів. Продукція вбирається без втрат, зріз рівний, одержувана продукція не має видимих ушкоджень і надходить у кузов транспортного засобу без вільних листів, тобто в товарному виді. Продуктивність склала 0,2 - 0,3 га/год.

Відома начіпна капустозбиральна машина [36] (Рисунок 4), яка призначена для суцільного збирання білокачанної капусти середніх і пізньостиглих сортів з одночасним навантаженням її в транспортний засіб, що рухається поруч.



*Рис. 4. Начіпна капустозбиральна машина*

Основними елементами капустозбиральної машини є: різальний апарат 1, транспортер (елеватор) 2, лоток гасник 3, механізм навішення 4 і привод робочих органів 5. Основою начіпної капустозбиральної машини є приймально-вантажувальний транспортер (елеватор) 2. До його горизонтальної частини кріпиться шарнірно закріплений апарат 1. Приймальний транспортер 2 обладнаний ланцюгом зі шкребками, що забезпечує підйом і передачу качанів на лоток-гасник 3. Лоток - гасник дозволяє зменшувати висоту падіння качанів при завантаженні в транспортний засіб.

Привод капустозбиральної машини здійснюється від валу відбору потужності трактора за допомогою карданної передачі. Головний редуктор привода забезпечує розподіл потоку потужності на привод ріжучого апарата, і привод приймально-вивантажувального транспортера. Для перекладу капустозбиральної машини із транспортного положення в робоче і назад використовується гідравлічна начіпна система. Керування положенням різального апарата, здійснюється за допомогою гідроциліндра одnobічної дії. Для регулювання положення лотка-гасителя використовуються два гідравлічні циліндри двосторонньої дії. Механізми гідравлічного керування начіпної капустозбиральної машини за допомогою трьох запобіжних сполучних муфт і гідравлічних рукавів, пов'язані з гідравлічним розподільником трактора. Керування капустозбиральною машиною здійснюється трактористом-машиністом з кабіни трактора. Для обмеження опускання начіпної капустозбиральної машини передбачений спеціальний опорний пристрій. Воно складається з рамки, шарнірно пов'язаної з рамою приймально-вивантажувального транспортера, двох опорних коліс і гвинтових механізмів регулювання їх положення щодо поверхні поля.

Недоліком начіпної капустозбиральної машини є обмеження швидкості агрегативання, внаслідок збільшення ушкодження качанів приймально-вивантажувальним транспортером.

При вибіркового збиранні білокачанної капусти з використанням агрегатів транспортерного типу працівники, рухаючись за агрегатом, рубають качани, допрацьовують до товарного виду і укладають їх на приймально-вивантажувальний транспортер капустозбиральної машини, який забезпечує подачу качанів у транспортний засіб [3].

Технологічні схеми збиральних машин даного типу доцільно розглядати подібно «каналам передачі інформації», у яких формування маси потоку здебільшого залежить від «людського фактора» і від агробіологічних і фізико-механічних властивостей культури, що збирається. Під «людським фактором» розуміється темп збору та укладання качанів на рухомий приймально-вивантажувальний і додатковий транспортери машини. Продуктивність агрегату при вибіркового збиранні можна представити функцією:

$$W = f(P, m_k, \beta, N, V_{agr}) \quad (1)$$

де  $P$  - характеристика поля, що вбирається (довжина, ширина, урожайність, ширина міжрядь і ін.);  $m_k$  - розмірно - масовий параметр капусти, кг;  $\beta$  - ергономічні параметри процесу збирання капусти;  $N$  - кількість робітників-збирачів, що обслуговують агрегат;  $V_{agr}$  - робоча швидкість мобільного агрегату, км/год.

Практично всі змінні функціональної залежності є випадковими величинами.

Виходячи з (1) продуктивність збору капусти при вибіркового збиранні визначається із взаємозалежних складових:

1. Продуктивність збиральної машини, як мобільного агрегату:

$$W_y = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot U_k \cdot \tau, \text{ т/год} \quad (2)$$

де  $B_p$  - ширина захвату, м;  $V_p$  - швидкість руху, км/год;  $U_k$  – маса зрілих качанів зібраних робітниками-збирачами, т/га).

При цьому продуктивність буде залежати не тільки від значень змінних що входять до формули, але і від ряду випадкових факторів (частота зміни транспортних агрегатів, довжина гонів і ін.).

2. Продуктивність робітників-збирачів, що обслуговують агрегат можна виразити виходячи з темпу їх роботи:

$$W_{CB} = f(m_k, N, \beta) \quad (3)$$

3. В остаточному підсумку, продуктивність при вибіркового збиранні залежить від погодженості і злагодженості всіх складових роботи капустозбиральної машини. Отже, продуктивність процесу вибіркового збирання повинна задовольняти умові:

$$V_{\min} \leq V_{azp} \leq V_{\max}, \quad (4)$$

де  $V_{azp}$  - швидкість збирального агрегату, км/год;  $V_{mm}$  - мінімальна швидкість переміщення агрегату, обумовлена конструктивними особливостями трактора, км/год;  $V_{max}$  - максимальна швидкість агрегату, обумовлена фізичними можливостями робітників-збирачів, що обслуговують агрегат, км/год.

На підставі вище викладеного можна зробити висновок, що продуктивність вибіркового збирання з використанням мобільного агрегату залежить від ряду випадкових факторів (урожайність, швидкість і ширина захвату агрегату та ін.), які необхідно враховувати при дослідженні вибіркового збирання капусти.

Розрахункову схему сил, що діють на рослину при русі по поверхні обертових вальців наведено на рисунку 5.

Вальці встановлені під кутом  $\alpha$  до обрїю. На поверхні вальців нарізана різь з кутом  $\gamma$  вершини  $60^\circ$ .

Диференціальне рівняння руху рослини нагору по похилих поверхнях вальців має вигляд:

$$m\ddot{x} = F_{мяг} + F_x - mg \sin \alpha - T \sin \alpha - F_c, \quad (5)$$

де  $m$  - маса рослини;  $T$  - сила зчеплення рослини із ґрунтом;  $F_{мяг}$  - сила тяги притискного транспортера;  $F_x$  - осьова сила дії вальців на рослину;  $\alpha$  — кут нахилу вальців до обрїю.

Умови транспортування забезпечується при  $\sum F_{kz} > 0$  та  $\sum F_{kx} > 0$ .

Значення сил у правій частині рівняння (5), виходячи з експериментальних даних, можуть бути представлені як:

$$F_{мяг} = F_{мяг}(x, \dot{x}^2); F_x = F_x(x, \dot{x}^2); T = T(x, \dot{x}^2); F_c = F_c(x, \dot{x}^2) \quad (6)$$

Отже, диференціальне рівняння (5) буде нелінійним і розв'язок його в аналітичному виді утруднений. Розв'язок (5) чисельним методом на ЕОМ дозволяє визначити швидкість рослини  $V$  у зоні III. Знаючи швидкість рослини  $V$  у цій зоні, можна попередньо оцінити такий важливий параметр, як діаметр



вальця  $d_0$ .

Розглянемо розрахункову схему на рис. 5 і застосуємо принцип можливих переміщень аналітичної механіки, тоді прийдемо до розрахункової схеми на рис. 6.

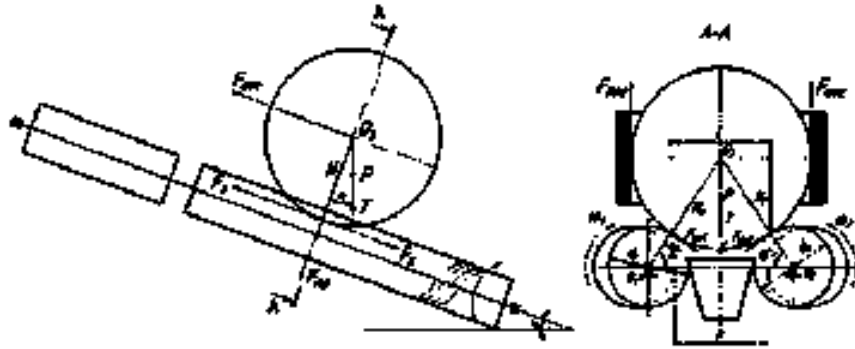


Рис. 5. Розрахункова схема сил, які діють на качан при його русі по вирівнюючих вальцях.

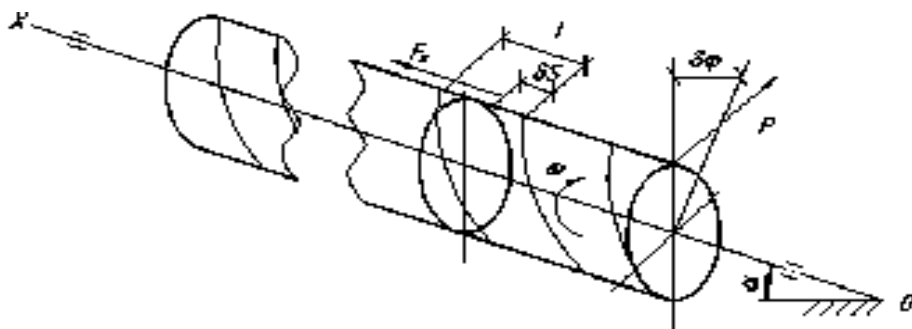


Рис. 6. Розрахункова схема до визначення діаметра вальця  $d_0$ .

При одному оберті вальця, точка дотику рослини із профілем різи вальця переміщається на відстань  $t$ , яка дорівнює кроку різи.

Дамо можливі переміщення  $\delta\varphi$ ,  $\delta S$  і складемо умову:

$$P \cdot r \cdot \delta\varphi - F_x \cdot \delta S = 0 \quad (7)$$

де  $P \cdot r = M$  - момент прикладений до вальця;  $F_x$  - осьова сила дії вальця на рослину, Н;  $P$  - колове зусилля, Н;  $r$  - радіус вальця, м.

Зв'язок між можливими переміщеннями знайдемо із пропорції як:

$$\frac{\delta\varphi}{2\pi} = \frac{\delta S}{t} \quad (8)$$

Звідси знаходимо, що:

$$\delta\varphi = \frac{2\pi\delta S}{t} \quad (9)$$

$$\text{Отже, маємо } P \cdot r \cdot \frac{2\pi\delta S}{t} - F_x \cdot \delta S = 0 \text{ або } F_x = P \cdot r \cdot \frac{2\pi}{t} \quad (10)$$

Вважаючи, що прикладений до вальця момент  $M$  є постійним, припустимо, що вальці обертаються рівномірно (тобто  $\omega = \text{const}$ ). Таким чином, у наближеному вигляді можна допустити пропорційну залежність швидкості

рослини і осьової сили дії вальця на рослину.

Тому

$$V = \frac{r^2 \cdot \omega \cdot 2\pi}{t} \quad (11)$$

Остаточню визначимо радіус вальця як:

$$r = \sqrt{\frac{V \cdot t}{\omega \cdot 2\pi}} = \frac{d_g}{2}, \quad (12)$$

де  $V$  - швидкість рослини щодо поверхні вальця, знайдена з розв'язку (5).

**Висновки.** Отже, знайдений діаметр вальця  $d_g = 2 \cdot r$ , як буде показано нижче, відповідає значенню діаметра вальця отриманого по формулі (16) з геометричних міркувань.

### Список використаних джерел

1. Алатирев С.С. Малогабаритний капустозбиральний комбайн ефективний технічний засіб для сучасного овочівництва. *Трактори й сільгоспмашини: посібник.* №3. 2010. С. 14-17 (дата звернення 22.07.2024).
2. Костюченков Н.В., Костюченкова О.Н., Алимжанов М.Д., Верещагін О.С. Що зрізує апарат капустозбиральної машини: інноваційний патент на винахід №24963. 2011 (дата звернення 09.08.2024).
3. Костюченков Н.В., Костюченкова О.Н. Технології і технічні засоби механізації збирання білокачанної капусти: Аналітичний огляд. ЦНТІ. 2007. 102 с. (дата звернення 22.08.2024).
4. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика: науковий журнал.* №1(39). 2013. С. 91–96 (дата звернення 10.09.2024).
5. Серета Л.П., Руткевич В.С., Зінев М.В. Дослідження математичної моделі гідроприводу сегментно-пальцевої косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК: науковий журнал.* №1(100). 2018. С. 111–123 (дата звернення 24.09.2024).

**Максим КРАВЕЦЬ<sup>35</sup>,**  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ДІАГНОСТИКА ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ: СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

***Анотація** Двигуни внутрішнього згорання є важливими складовими сучасного транспорту та промисловості, а їх ефективність значно залежить від стану циліндро-поршневої групи. Оскільки традиційні методи діагностики вимагають розбирання, новітні технології діагностики забезпечують можливість своєчасного виявлення зносу та покращення експлуатаційних характеристик двигунів.*

***Ключові слова:** двигуни внутрішнього згорання, циліндро-поршнева група, діагностика, ефективність, знос, компресія.*

***Annotation.** Internal combustion engines are important components of modern transport and industry, and their efficiency depends significantly on the condition of the cylinder-piston group. Since traditional diagnostic methods require disassembly, the latest diagnostic technologies provide the opportunity to detect wear in a timely manner and improve engine performance.*

***Key words:** internal combustion engines, cylinder-piston group, diagnostics, efficiency, wear, compression.*

***Вступ.** Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) є ключовими компонентами сучасних транспортних засобів та промислового обладнання [1-3]. Їх ефективність, надійність та тривалість експлуатації значною мірою залежать від стану циліндро-поршневої групи (ЦПГ). ЦПГ включає в себе циліндри, поршні, поршневі кільця та інші важливі елементи, що піддаються інтенсивному термічному та механічному навантаженню [1-3]. З часом ці компоненти зношуються, що може призводити до втрати потужності двигуна, підвищеного витрати палива та масла, а також збільшення рівня викидів шкідливих речовин.*

*Традиційні методи діагностики ЦПГ передбачають розбирання двигуна, що потребує значних витрат часу та ресурсів. Проте сучасні технології дозволяють проводити оцінку стану ЦПГ без розбирання двигуна, використовуючи різні методи неінвазивної діагностики. До них належать аналіз вібраційних характеристик, акустичні методи, термографія, а також хімічний аналіз продуктів згорання [1]. Ці методи дозволяють своєчасно виявляти ознаки зносу та пошкоджень, що сприяє підтриманню високої ефективності двигуна та*

---

<sup>35</sup>Науковий керівник – Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

зменшенню витрат на його обслуговування.

Технічна діагностика вузлів та агрегатів дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) значно розвинулась завдяки впровадженню автоматизованих систем контролю [1,2]. Діагностичні комп'ютери таких виробників, як LAUNCH, BOSCH, MATCO, ZECA та інших, дозволяють здійснювати комплексний контроль усіх електронних систем ДТЗ, включаючи системи управління двигуном. Однак, вони не можуть повністю продіагностувати механічні компоненти двигуна, зокрема ЦПГ та клапанну групу, що забезпечують герметичність камери згоряння, які найбільш схильні до зносу та несправностей.

Проблема покращення точності діагностики ЦПГ та герметичності клапанів бензинових двигунів залишається актуальною [1-3]. У науковій літературі зазначається, що існуючі методи та засоби діагностики не забезпечують повної інформації про технічний стан ЦПГ та герметичність клапанів бензинових двигунів через неточність і суперечливість результатів діагностування. Це створює необхідність у розробці нових підходів та технологій, які б дозволили підвищити точність і надійність діагностичних процедур, мінімізуючи вплив людського фактора та забезпечуючи більш об'єктивні результати [1-3].

**Виклад основного матеріалу.** Діагностування кривошипно-шатунного і газорозподільчого механізму є досить відповідальною й складною операцією [1-3]. Дослідження показують, що на ці механізми доводиться близько 30% відмов двигуна, а на усунення відмов - біля половини трудомісткості ремонту й обслуговування. При відсутності діагностики цих механізмів значне число двигунів може надходити в ремонт передчасно з недовикористаним ресурсом або ж з несправностями аварійного характеру [1,2].

Головні причини низької або нерівномірної компресії можуть бути наступними [1,2]:

1. Закоксовання та залягання поршневих кілець: Нагар і відкладення утворюються в будь-якому двигуні, особливо при важких умовах експлуатації та за використання неякісних паливно-мастильних матеріалів [2,3]. Закоксовані поршневі кільця не лише знижують тиск у циліндрах, але й призводять до прискореного зносу циліндрів і поршневих груп. Регулярне промивання системи змащення двигуна при заміні моторної оливи допомагає уникнути закоксовання поршневих кілець.



*Рис. 1. Закоксовані поршневі кільця*

Рішення проблеми: Для випадків, коли кільця вже залягли, компанія ХАДО пропонує продукти: «Verylube Розкоксовка» і «Verylube Антикокс». Ці ефективні засоби дозволяють швидко усунути залишки нафтопродуктів і нагар у

поршневих кільцях без розбирання двигуна [2,3].

Розкоксування може проводитися без спеціального обладнання та навичок, що робить його доступним для виконання власниками автомобілів у власному гаражі. Засіб вноситься безпосередньо в циліндри двигуна через отвори для свічок запалювання (або паливних форсунок, або свічок накаливання в дизельних двигунах) [2,3].

2. Знос або uszkodження робочої поверхні циліндрів та компресійних поршневих кілець [2,3]:

Знос елементів ЦПГ призводить до збільшення зазорів між поршневими кільцями і стінками циліндрів. Це призводить до того, що поршень не може створити в циліндрі необхідного тиску. Частина стиснутого повітря може проникати в картер двигуна, підвищуючи тиск картерних газів [2,3].

Оскільки ступінь зносу кожного циліндра може відрізнятись, спостерігається розкид компресії між циліндрами, що призводить до нерівномірності роботи двигуна та підвищення вібрації автомобіля.



*Рис. 2. Знос елементів ЦПГ*

Рішення проблеми: У разі виявлення подряпин і задирок на стінках циліндрів рекомендується застосування "Revitalizant EX120 для циліндрів". Цей продукт універсальний і призначений для бензинових та дизельних двигунів. Він вноситься безпосередньо через отвори свічок запалювання або форсунок на стінки циліндрів двигуна.

При значному зносі циліндрів рекомендується додаткова обробка циліндрів «Гелем-ревіталізантом для циліндрів», а після заміни моторної оливи проведення повної обробки оливної системи двигуна гелем-ревіталізантом XADO [2,3].

3. Неправильна регулювання клапанів або знос гідрокомпенсаторів можуть призвести до негерметичності клапанів, що знижує компресію в циліндрі. Засміченість клапанів може призводити до непритомного прилягання до сідла, що спричиняє їх перегрівання та можливе прогорання. У цьому випадку компресія в циліндрі стає недостатньою [2,3]. Ця проблема може вплинути на один конкретний циліндр, що викликає нерівномірний розподіл компресії між циліндрами.

Для запобігання утворенню відкладень на клапанах слід використовувати якісне пальне та оливу, а також вчасно промивати паливну та масляну системи. Для промивки паливної системи рекомендовано використовувати спеціальні засоби, такі як Verylube Комплексний очисник паливної системи або F8 Complex

Formula.

У випадку критичного забруднення клапанів, ефективність очисників може бути обмеженою, і тоді доцільно звернутися до СТО для механічного очищення клапанів [2,3].



*Рис. 3. Засміченість клапанів*

Неправильна настройка фаз газорозподільного механізму може спричинити порушення синхронності роботи механізмів ЦПГ і ГРМ, що призводить до неправильного закривання клапанів і зниження компресії [2,3]. Для виправлення цієї проблеми необхідно скоригувати регулювання газорозподільного механізму.

4. Пошкодження елементів ЦПГ і ГРМ може мати серйозний вплив на роботу двигуна та його компресію.



*Рис. 4. Пошкодження елементів ЦПГ і ГРМ*

Наприклад, якщо прокладка головки блоку циліндрів прогорає, це може викликати появу тріщин у головці блока циліндрів або її викривлення. Це може призвести до часткового руйнування поршня [2,3]. У таких випадках необхідно вжити заходів для відновлення пошкоджених або деформованих деталей шляхом проведення ремонту та заміни.

Методи діагностики механізмів двигуна базуються на вимірюванні характерних діагностичних параметрів, що супроводжують його роботу й функціонально зв'язаних зі структурними параметрами його основних елементів. Знаючи вимірювані й нормативні значення діагностичних параметрів, можна визначити без розбирання потребу в ремонті двигуна [2,3].

Аналіз основних несправностей в кривошипно-шатунному і

газорозподільному механізмі, а також їх причин, є важливою частиною процесу обстеження [2,3]. Для цього використовуються різноманітні методи діагностики, контрольно-вимірювальне обладнання та спеціалізовані стенди.

Більшість дефектів у КШМ і газорозподільному механізмі можуть бути виявлені за зовнішніми ознаками та за допомогою спеціальних приладів.

Зниження компресії в циліндрах може стати однією з причин, що призводять до втрати потужності двигуна. Для оцінки рівня компресії використовують різноманітні пристрої, такі як компресометри, пневмотестери, компресографи, мотортестери та інші [3,4].

Вони дозволяють вимірювати тиск у циліндрі під час старту та роботи двигуна, що дозволяє оцінити стан ущільнення поршня і поршневого кільця, а також виявити можливі проблеми з ущільненням клапанних сідлових ущільнювачів або прокладками.

Компресометр - це пристрій, призначений для вимірювання рівня компресії у двигунів внутрішнього згорання. Існує різноманітні види компресометрів, такі як гнучкі, професійні, різьбові, притискні та універсальні компресометри.

Різьбовий компресометр дозволяє проводити вимірювання без допомоги помічника, оскільки його можна закріпити безпосередньо у відвід форсунок [3].

Притискний компресометр також забезпечує швидкі виміри, особливо за допомогою спеціальної втулки та помічника.

Універсальні компресометри дозволяють вимірювати компресію без демонтажу обладнання, кріплячись у свічковий отвір. Гнучкі компресометри є найбільш зручними, оскільки їх можна використовувати без допомоги помічника та демонтажу обладнання, закріплюючи їх у свічковий отвір. Професійний компресометр також може мати просту конструкцію [4-6].



*Рис. 5. G-324 Компресометр для бензинових автомобілів*

Робочу величину компресії двигуна справного (нового) транспортного засобу встановлюють заводивиробники. Це значення вказане у відповідних інструкціях по обслуговуванню і ремонту.

Як правило, у бензинових моторів із справною ЦПГ компресія, зміряна на гарячу, повинна складати не менше 9,5-10 атмосфер (у дизельних - 28-30 атмосфер), [4] а розкид її значень по циліндрах не повинен перевищувати 0,5- 1,0 атмосфер (для дизельних - 2,5-3 атмосфер).

G-324 Компресометр для бензинових автомобілів з довгим наконечником і шлангом для вимірювання компресії до 21 атм. бензинових двигунів.

Застосування: підходить для більшості типів бензинових двигунів автомобілів для вимірювання тиску в кінці такту стиснення в циліндрах, що дозволяє оцінити стан механічної частини двигуна.

Технічні характеристики [4]: діапазон вимірювання: 0-21 кг/см<sup>1</sup>; 0-20 Атм(BAR), 0-300 фунт/ дюйм<sup>2</sup> (PSI); діаметр шкали 70мм.

Доповнення: приєднувальні адаптери забезпечені золотниками, що забезпечує швидке і безпечне підключення; надійне утримання тиску; бічний клапан для скидання тиску.

Комплектація: манометр; гнучкий подовжувач 310 мм, з різьбленням М14; жорсткий подовжувач 160мм з притискним наконечником; перехідник М14хм18, довжина 25мм.

При вимірюванні слід враховувати динаміку наростання компресії. Якщо на першому такті стиснення реєстрований тиск низький (3-4 атмосфери), а при подальших він зростає (наприклад, до 6-8 атмосфер), це свідчить про знос кілець, поршневих канавок або/і стінок циліндра [4,5].

Якщо ж свідчення компресометра при подальшій прокрутці не збільшуються, можна зробити висновок про витoki повітря через пошкоджені деталі головки блоку циліндрів (наприклад, клапани або їх сідла). Унаслідок можливого розкиду свідчень компресометрів різних типів і відхилень в швидкості обертання ротора стартера, при вимірюванні, в першу чергу слід враховувати не абсолютні показання приладу, а різницю величин тиску, зміряних по циліндрах.

Крім того, для об'єктивної оцінки технічного стану двигуна рекомендується порівнювати результати вимірювань даними, отриманими раніше (наприклад, при пробігу 5 в 50, 100, 150 тис. км. і так далі) [5]. При цьому виміри повинні проводитися в однакових умовах (температура двигуна, частота обертання колінчастого валу, температура навколишнього повітря і так далі).

Компресографи, як і компресометри, використовуються для вимірювання компресії у двигунах внутрішнього згорання. Однак вони відрізняються тим, що результати вимірювань зафіксовані на папері або спеціальних пластикових картках, що дозволяє зберігати їх для подальшого аналізу та порівняння в різні періоди експлуатації транспортного засобу [5].

Недоліком компресографа є складність оцінки динаміки зростання тиску при обертанні колінвалу.



*Рис. 6. Компресограф для бензинових/дизельних двигунів. Модель № 362/363 ZECA*



Компрессограф виробляється у двох моделях, спеціально призначених для бензинових і дизельних двигунів відповідно. Його технічна досконалість робить роботу механіка простою та ефективною, що робить його лідером серед подібних моделей.

Важливо відзначити, що комплектація компрессографа для бензинових двигунів включає в себе запасні гумово-технічні елементи наконечника [5,6]. У випадку потреби, коли ці елементи зносяться, їх можна легко замінити, просто вивертаючи знімний наконечник, на якому розташований цей гумово-технічний виріб, і замінивши його новим.

Мотортестери - це прилади, які зафіксують не сам тиск, але амплітуду пульсації електричного струму, який споживається стартером під час прокрутки. Це пояснюється тим, що чим вище тиск у циліндрі, тим більше енергії потрібно стартеру для обертання колінчастого валу [5,6].

Завдяки цьому можна одночасно виміряти компресію у всіх циліндрах лише за декілька обертів, без необхідності вивертати свічки. Це особливо важливо для автомобілів з багатьма циліндрами. Проте одним з недоліків мотортестера є те, що отримані результати виражаються у відносних одиницях, наприклад, у відсотках відносно циліндра, який працює краще.



*Рис. 7. Мотортестер модель 19201101. Діапазон вимірювання/регулювання тиску повітря, що подається, Атм. 0-7. Додатково: шланг з різьбленням М14х1,25 і М18х1,5.*

Тільки найдорожчі моделі мотортестерів можуть вимірювати абсолютну величину компресії в кожному циліндрі можлива лише за умови наявності значної кількості статистичних даних щодо конкретної моделі двигуна та їх порівняння з фактичним тиском у циліндрі [5,6].

Аналізатор герметичності циліндрів (АГЦ). Вакуумний метод оцінки стану ЦПГ і прогнозування залишкового ресурсу приладом АГЦ. За допомогою АГЦ можливо достовірно точно (без розбирання двигуна) оцінити окремо технічний стан всього клапанного механізму, гільзи циліндра, компресійних і маслоз'ємних кілець [5,6].



*Рис. 8. Тестер герметичності циліндрів двигунів YATO 7*

Діагностика цим приладом не відрізняється від виміру компресії. Всі вимірювання проводяться в процесі «прокрутки» двигуна стартером або пусковим пристроєм через отвори свічок або форсунок.

Переваги АГЦ – в простоті процесу діагностики і одночасно у високій інформативності результатів вимірювання. Стан акумуляторної батареї не впливає на якість діагностики [5,6]. Тобто, незалежно від того, чи є акумуляторна батарея у хорошому чи поганому стані, пристрій здатний точно та ефективно проводити діагностику.

Немає необхідності знати номінальну величину компресії для кожного двигуна, щоб порівняти її з результатами діагностики. Необхідно знати тільки марку палива, на якому їздить даний транспортний засіб. Параметри, що діагностуються, звіряються по діагностичних діаграмах для даного виду палива, і відбувається оцінка стану ЦПГ [5,6]. Розроблені діагностичні діаграми для АІ-76-80, АІ-92-95-98, і дизельного палива. А якщо автомобіль чергує роботу на бензині і газі, то слід застосовувати діаграму для даної марки бензину.

**Висновки:** Автоматизовані системи контролю і діагностичні комп'ютери значно покращили процес технічної діагностики, проте існують обмеження в оцінці механічних компонентів, таких як клапанна група. Наявність неточностей у існуючих методах діагностики підкреслює необхідність розробки нових технологій, які б підвищували точність і надійність діагностичних процедур, зменшуючи людський фактор.

Виявлення основних несправностей у кривошипно-шатунному та газорозподільному механізмах є важливим етапом у процесі діагностики, оскільки невиявлені проблеми можуть призвести до серйозних наслідків. Використання різних діагностичних приладів, таких як компресометри, компресографи та мотортестери, дозволяє не лише оцінити стан двигуна, але й забезпечити плановий моніторинг, що сприяє подовженню його терміну служби.

### **Список використаної літератури**

7. Низька та нерівномірна компресія в циліндрах. веб-сайт. URL: <https://xado.com/problems-nizkaya-ili-neravnomernaya-kompressiya-v-tsilindrah> (дата звернення 24.09.2024)

8. Аналіз методів діагностування автомобільних двигунів внутрішнього згоряння. веб-сайт. URL:

9. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник Київ: Каварела. 2018. 552 с.

10. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.

11. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навчальний посібник Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.

12. Перевірка компресії у циліндрах двигуна. веб-сайт. URL: <https://kitaec.ua/ua/articles/proverka-kompressii-v-tsilindrakh-dvigatelya/> (дата звернення 24.09.2024)

**Владислав МАРУСЯК<sup>36</sup>**,  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА БУДОВА КОМБАЙНІВ NEW HOLLAND CR

***Анотація:** У статті розглядаються основні принципи роботи та конструкція зернозбиральних комбайнів серії New Holland CR. Особливу увагу приділено системам обмолоту, сепарації та очищення зерна, а також сучасним технологічним рішенням, що підвищують ефективність роботи техніки. Детально аналізуються інновації в системі Twin Rotor, яка забезпечує високопродуктивний збір урожаю з мінімальними втратами. Описано переваги автоматизації процесів та ергономічні аспекти управління комбайнами, що робить їх провідними в аграрному секторі.*

***Ключові слова:** система обмолоту, очищення зерна, зернозбиральний комбайн, автоматизація процесів.*

***Annotation:** The article discusses the basic principles of operation and design of New Holland CR series combine harvesters. Particular attention is paid to threshing, separation and grain cleaning systems, as well as modern technological solutions that increase the efficiency of the equipment. The innovations in the Twin Rotor system, which ensures high-performance harvesting with minimal losses, are analyzed in detail. The advantages of process automation and ergonomic aspects of combine harvesters' control are described, which makes them leading in the agricultural sector.*

***Key words:** threshing system, grain cleaning, combine harvester, process automation.*

---

<sup>36</sup>Науковий керівник – Єленич А.П., асистент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

**Вступ.** Сільське господарство відіграє одну з найважливіших ролей у забезпеченні продовольчої безпеки світу, і ефективність аграрного виробництва значною мірою залежить від використання передової техніки. Зернозбиральні комбайни є одними з ключових елементів механізованого землеробства, оскільки вони виконують одразу кілька важливих функцій: збір, обмолот, сепарацію та очищення зерна. Серед багатьох моделей на ринку, комбайни серії New Holland CR займають провідне місце завдяки інноваційним рішенням, що поєднують високу продуктивність і мінімальні втрати врожаю.

New Holland CR стали відомими завдяки впровадженню системи Twin Rotor, що забезпечує делікатний обмолот та ефективне розділення зерна й соломи, зберігаючи при цьому високу якість продукції. Їхня конструкція поєднує в собі сучасні технології автоматизації, що дозволяють максимально оптимізувати робочі процеси, а також підвищену комфортність для оператора. Застосування таких інноваційних рішень дозволяє аграріям досягати високих результатів при мінімальних витратах часу та ресурсів.

**Виклад основного матеріалу.** Зернозбиральний комбайн New Holland CR - це найбільш потужні та продуктивні машини нового покоління. Абсолютно нова кабіна Harvest Suite™ Ultra встановила нову планку в галузі ергономіки та комфорту під час збирання врожаю. Інноваційні функції, серед яких SmartTrax™, IntelliCruise™, IntelliSteer® і Opti-Spread™, покращують продуктивність і в поєднанні з технологією Dynamic Feed Roll™ забезпечують абсолютне лідерство серії CR, що включає в себе найбільш передові та продуктивні комбайни зі збирання врожаю в усьому світі [1].

Серія комбайнів CR - це просто будинок на колесах для довгих днів і ночей, проведених за збиранням врожаю. Абсолютно нова кабіна Harvest Suite™ Ultra є об'єктом частих консультацій клієнтів. Обсяг кабіни збільшився до 3,7 м<sup>3</sup>, а площа скління становить 6,3 м<sup>2</sup>, що на 7% більше за попередніх моделей. Ви можете насолоджуватися всім цим простором у тихій і спокійній обстановці. Адже рівень шуму в кабіні становить лише 73дБ(А). Комфортне, амортизоване сидіння з регульованими параметрами підлаштовується під водія, що забезпечує зручну позу навіть під час тривалої роботи. Сидіння має налаштування по висоті, нахилу та підтримці попереку.



*Рис. 1. Загальний вигляд кабіни комбайна та розміщення органів керування*

У кабіні є кілька відділень для зберігання особистих речей та документів, що допомагає підтримувати порядок і забезпечує легкий доступ до необхідних матеріалів.

Протягом довгих спекотних днів збирання врожаю вбудований холодильник під сидінням оператора дасть змогу охолодити напої та дістати їх, лише простягнувши руку. Що ще? Він може легко вийматися для простого поповнення. Кондиціонер поставляється в стандартній комплектації або може бути переобладнаний у систему клімат-контролю, яка автоматично встановлює температуру в кабіні з точністю до 1 градуса Цельсія. Серія CR - це безумовно найхолодніше місце в спекотні дні [2].

Комплект освітлення CR встановив нову планку в галузі освітлення. Розподіл світла проектувався для забезпечення максимальної видимості всієї жатки та поля перед нею. Точне розвантаження темної ночі. Ви ніколи не втратите жодного зерна завдяки спеціальному освітленню вивантажувального шнека. Додаткові задні ліхтарі дають змогу операторам контролювати залишки, а дві лампи, розташовані на бічній панелі, освітлюють задню вісь з метою запобігання пошкодження культури на корені та для додаткової зручності під час маневрування. На вибір також пропонуються далекобійні пакети HID і LED. Крім того, Ви можете абсолютно безпечно спуститися зі свого комбайна завдяки підсвітці зони посадки/висадки, яка залишається увімкненою протягом 30 секунд після вимкнення комбайна.



*Рис. 2. Освітлення комбайна*

Органи керування комбайном New Holland CR створені для максимальної зручності та ефективності роботи оператора. Вони розташовані в ергономічній кабіні, оснащених сучасними системами автоматизації, що дозволяє оператору легко контролювати всі основні функції комбайна.

Мультифункціональний джойстик – основний елемент управління, що дозволяє контролювати рух комбайна вперед і назад, а також висоту жнивarki. Він розташований зручно під рукою оператора, що знижує навантаження під час тривалої роботи.

Інтерактивна система IntelliView – сенсорний дисплей, який забезпечує доступ до всіх параметрів комбайна в реальному часі. На ньому можна відстежувати продуктивність машини, налаштовувати системи обмолоту, сепарації та очищення зерна, а також контролювати роботу двигуна.

Автоматична система рульового управління – забезпечує точну навігацію під час збору врожаю, зменшуючи потребу в ручному керуванні. Система GPS допомагає забезпечити ідеально рівні проходи по полю та підвищує загальну ефективність роботи.



*Рис. 3. Органи керування комбайна New Holland CR*

Автоматична система рульового управління забезпечує точну навігацію під час збору врожаю, зменшуючи потребу в ручному керуванні. Система GPS допомагає забезпечити ідеально рівні проходи по полю та підвищує загальну ефективність роботи. Також кабіна оснащена системою автоматичного клімат-контролю для забезпечення комфортних умов роботи протягом усього робочого дня, а також має зручні сидіння з можливістю регулювання.

Комбайни New Holland CR можуть бути обладнані камерами для полегшення огляду, що дозволяє оператору бачити зони, що важко доступні з кабіни, і більш точно контролювати процес обмолоту [4].

Інтелектуальна та інтуїтивна автоматика економить час і підвищує продуктивність збирання врожаю. Багатофункціональна ручка керування CommandGrip™ є Вашим головним помічником. З її допомогою можна контролювати ключові параметри машини та жатки, включно з висотою жатки, положенням барабана та процесом розвантаження. Права консоль містить менш часто використовувані функції з ергономічним і зрозумілим розташуванням. Роботу функцій машини можна легко проаналізувати, просто поглянувши на кольоровий монітор IntelliView™ IV.

Ультраширокий (26,4 см за діагоналлю) кольоровий сенсорний монітор IntelliView™ IV встановлюється на спеціальних роликах, які можуть рухатися вздовж дуг для забезпечення ідеального огляду. Таким чином, Ви можете розташувати його, де Вам завгодно. Цей інтуїтивний кольоровий сенсорний дисплей відображає та здійснює моніторинг усіх функцій і параметрів комбайна,

які можуть легко налаштуватися шляхом простого дотику до екрана. Другий екран може бути встановлений як опція, він ідеально підійде для контролю за автоматичною системою наведення IntelliSteer®.

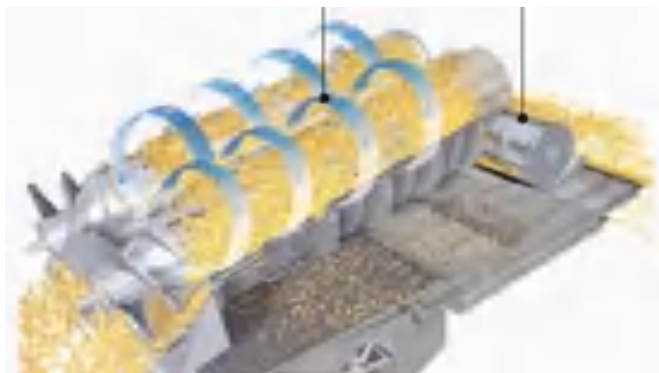
Стандартний монітор IntelliView™ IV може бути налаштований для використання опціональних систем від New Holland, таких як IntelliSteer® та ін. Він дає змогу програмувати різні маршрути наведення, спектр яких простягається від прямих проходів із точки А в точку В до найскладніших адаптивних кривих. Ви також можете встановити індивідуальні налаштування і навіть передавати інформацію з комбайна безпосередньо у Вашу програму з точного землеробства.



*Рис. 4. Термінал IntelliView 4*

Комбайни New Holland CR відомі своєю високою продуктивністю та інноваційними технологіями. Ось кілька ключових особливостей цих комбайнів:

1. відмінною рисою комбайнів New Holland CR є унікальна система обмолоту та сепарації Twin Rotor. Ця технологія забезпечує мінімальне пошкодження зерна та підвищену ефективність обробки;



*Рис. 5. Система обмолоту та сепарації Twin Rotor*

2. технологія IntelliSense - це система автоматизації комбайна, яка самостійно регулює параметри роботи для досягнення максимальної продуктивності та зниження витрат палива. Система аналізує параметри в режимі реального часу та робить відповідні коригування;

3. комбайни оснащені сучасними двигунами з високою потужністю, що забезпечує стабільну роботу навіть у важких умовах. Двигуни також відповідають екологічним стандартам викидів;

4. New Holland CR має великі зернові бункери, що зменшує час простою для розвантаження і збільшує продуктивність на полі;

5. також ці комбайни оснащені швидкісною системою розвантаження, що дозволяє зменшити час, необхідний для вивантаження зерна, і покращує загальну ефективність;

6. кабіна Harvest Suite™ Ultra пропонує високий рівень комфорту для оператора, з хорошою видимістю, низьким рівнем шуму та передовими системами управління;

7. дані комбайни підтримують різноманітні системи точного землеробства, включаючи GPS-навігацію, телеметрію та можливість аналізу даних збору врожаю для подальшої оптимізації процесів;

8. завдяки ефективній системі обмолоту та сепарації, комбайни CR забезпечують високий рівень пропускної здатності та відмінну якість зерна.

Комбайни New Holland CR є одними з найпродуктивніших і найтехнологічніших рішень на ринку для збору зернових культур, забезпечуючи ефективність, точність і комфорт оператора [5].

**Висновки.** Комбайни серії New Holland CR є прикладом передової сільськогосподарської техніки, яка поєднує інноваційні рішення з високою продуктивністю. Завдяки унікальній системі Twin Rotor, ці машини забезпечують делікатний обмолот зерна з мінімальними втратами та високою якістю готової продукції. Автоматизовані органи керування, зручна кабіна та сучасні системи навігації роблять їх одними з найефективніших і найзручніших у використанні комбайнів на ринку.

Технічні рішення, застосовані в конструкції комбайнів New Holland CR, дозволяють значно підвищити ефективність збору врожаю, зменшити витрати палива та часу, а також забезпечити комфортну роботу оператора. У результаті, ця техніка стає незамінною для сучасного аграрного виробництва, допомагаючи сільгоспвиробникам досягати високих результатів і підвищувати конкурентоспроможність на ринку.

### Список використаних джерел

1. Зернозиральний комбайн New Holland CR: веб-сайт. URL: <https://agriculture.newholland.com/eu/uk-ua/equipment/products/%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D0%B8%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B8-%D1%82%D0%B0-%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B8/cr-tier-4a-b> (дата звернення 01.09.2024).

2. О.М. Погорілець О.М., Пришляк В.М. Машини для збирання зернових культур: навчальний посібник. Київ. 2015. 142 с. (дата звернення 05.09.2024).

3. Зернозбиральні комбайни: електронний посібник. URL:



<https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/6/6.2.htm> (дата звернення 13.09.2024).

4. Технічні характеристики та таблиці даних зернозбиральних комбайнів New Holland: веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/tekhnichni-kharakterystyky/sil-s-kogospodars-ka-tehnika/zernovij-kombajn-new-holland> (дата звернення 19.09.2024).

5. Комбайни New Holland: веб-сайт. URL: <https://agrodoctor.ua/uk/content/242-zernozbiralni-kombajni-new-holland> (дата звернення 20.09.2024).

**Анастасія МЕЛЬНИК<sup>37</sup>,**  
студентка 4 курсу,  
факультет технології виробництва, переробки та робототехніки у  
тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

***Анотація.** У статті розповідається про основні типи теплообміну в харчовій промисловості. Наведено значення понять таких як конвекція, теплопровідність та випромінювання і його вплив на якість і безпеку харчових продуктів. Проаналізовано сучасні методи посилення теплообміну, зокрема використання нових матеріалів і конструкції теплообмінних пристроїв, а також використання альтернативних джерел енергії.*

***Annotation.** The article talks about the main types of heat exchange in the food industry. The meaning of concepts such as convection, thermal conductivity and radiation and its impact on the quality and safety of food products are given. Modern methods of enhancing heat exchange are analyzed, in particular, the use of new materials and designs of heat exchange devices, as well as the use of alternative energy sources.*

***Вступ.** Оптимізація теплообміну має вирішальне значення для підвищення технологічної ефективності, забезпечення відповідності сучасним стандартам якості та безпеки продуктів харчування, а також для зниження витрат на електроенергію. Проте забезпечення стабільного та ефективного теплообміну є складною задачею, що вимагає детального вивчення механізмів теплообміну, особливостей взаємодії продуктів з теплоносіями, конструктивних рішень обладнання. З того часу, як людина навчилася знаходити вогонь і користуватися*

---

<sup>37</sup>Науковий керівник: Бурлака С.А., доктор філософії, старший викладач кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

ним, теплові процеси стали невід'ємною частиною її діяльності. У виробництві харчових продуктів найпоширенішими є теплові процеси. До них відносяться нагрівання та охолодження, випаровування та конденсація. Середовище з вищою температурою, яке виділяє тепло називається теплоносієм, а з нижчою температурою - холодоносієм. Процеси теплопередачі відіграють надважливу роль у харчовій промисловості, оскільки вони визначають ефективність багатьох ключових виробничих операцій, таких як нагрівання, охолодження, пастеризація, стерилізація, сушіння та заморожування. Ці процеси не тільки впливають на кінцеву якість продукції, але й істотно впливають на енергоємність виробництва.

**Виклад основного матеріалу.** Теплообмін включає такі процеси, швидкість яка визначається швидкістю підведення або виділення тепла: нагрівання, включаючи випаровування, охолодження та конденсація. Тепло є найпоширенішим видом енергії. Завдяки молекулярно-динамічному (тепловому) руху частинок і молекул. Універсальність теплової енергії полягає в тому, що будь-який вид енергії (механічна, хімічна, електрична, ядерна тощо) може використовуватись частково або повністю і перетворюватись в тепловий рух молекул (теплоту). Різні тіла можуть обмінюватися внутрішньою енергією формою теплоти. Це виражається кількісно за допомогою першого закону термодинаміки. Енергія передається між різними об'єктами (тіла з різною температурою) у вигляді тепла.



*Рис.1. Теплообмінник для маслоцеху*

Теплообмін (теплопередача) — це фізичний процес, під час якого енергія у вигляді теплоти передається від об'єкта з вищою температурою до об'єкта з нижчою температурою, щоб досягнути термодинамічної рівноваги. Зупинити передачу тепла між сусідніми об'єктами з різними температурами неможливо — можна лише уповільнити цей процес. До теплообмінних належать такі технологічні процеси, швидкість яких залежить від інтенсивності підведення або відведення тепла: нагрівання, випаровування (зокрема випарювання),

охладження та конденсація. [3]

*Основні види теплообміну:* Теплопровідність — це процес передачі внутрішньої енергії між частинами тіла або між тілами, які перебувають у прямому контакті. Важливо зазначити, що під час теплопровідності не відбувається переміщення речовини. Різні матеріали мають різні властивості теплопровідності, тому вони проводять тепло значно краще, ніж дерево. Із теплопровідністю ми зіштовхуємось щоразу, коли визначаємо на дотик ступінь нагрятості якогось тіла. Наприклад, якщо металеву ложку опустити в гарячий чай, вона нагріється не відразу, а поступово. Це пояснюється тим, що вода має вищу температуру, ніж ложка, і її молекули мають більшу кінетичну енергію. Після того молекули води передають частину своєї кінетичної енергії атомам металу. У харчовій промисловості багато технологічних процесів (нагрівання, охолодження, темперування, випаровування, конденсація, кристалізація тощо) відбуваються в умовах підведення або відведення тепла. [2]

*Теплообмінники класифікуються за кількома критеріями.* Залежно від способу теплопередачі всі теплообмінники можна розділити на дві основні групи: теплообмінники змішаного типу і поверхневі теплообмінники. У змішувальних апаратах продукти контактують з теплоносієм і нагріваються або охолоджуються. У поверхневих теплообмінниках тепло передається через стінки обладнання (рекуперативні теплообмінники) або через насадки - тепло теплоносія, який нагрівається більше, передається твердому тілу - насадці, яка потім омивається холодним теплоносієм, віддаючи йому тепло (рекуперативні теплообмінники). У харчовій промисловості в якості теплоносіїв використовують насичену пару, повітря і воду. Насичена пара використовується в переважній більшості завдяки зручності транспортування, легкому регулюванню об'єму і температури, високій здатності до конденсації, низькій агресивності до матеріалів трубопроводів і обладнання, а також низькій вартості. Крім того, пара може використовуватися в умовах, коли контакт з харчовими продуктами неминучий. Залежно від технічного призначення теплообмінники поділяються на нагрівачі, охолоджувачі, бланшувачі, ошпарювачі, стерилізатори, пастеризатори та сушарки. Залежно від форми поверхні теплообміну розрізняють кожухотрубні, спіральні, ребристі, пластинчасті, змійовикові та комбіновані. За принципом дії теплообмінники поділяються на апарати періодичної та безперервної дії.

Конвекція – це природній теплообмін, в ході якого внутрішня енергія передається потоками повітря. Відповідно, нагріте повітря піднімається вгору, а охолоджене спускається вниз. Такий обмін повітряними потоками дозволяє вирівняти температуру в усій камері духовки, забезпечуючи рівномірне приготування страви. Конвекція широко використовується на харчових підприємствах для покращення теплової обробки продуктів. Найпоширеніше використання конвекції — це конвекційні печі. У таких печах вентилятори циркулюють гаряче повітря, рівномірно розподіляючи тепло по всій камері. Це забезпечує швидше й рівномірніше приготування продуктів, таких як випічка, м'ясо або овочі, що важливо для масового виробництва також вона

використовується для швидкого охолодження продуктів після термічної обробки. [4] Потоки холодного повітря сприяють швидшому зниженню температури продуктів, що важливо для запобігання розмноженню бактерій і збереження відмінної якості. У процесі сушіння конвекційні сушарки циркулюють тепле повітря навколо продуктів, видаляючи вологу з поверхні. Це важливо для таких продуктів, як фрукти, овочі, риба та м'ясо, де потрібно зменшити вміст вологи для зберігання чи подальшої переробки. Конвекція також використовується в промислових морозильних камерах, де холодне повітря циркулює навколо продуктів, дозволяючи швидко заморозити продукти і зберегти їхню свіжість і текстуру. Завдяки ефективному перенесенню тепла, конвекція допомагає харчовим підприємствам покращити якість продуктів, прискорити виробничі процеси та знизити витрати на енергію.

Існують також комбіновані види теплообміну. Тепловіддача — це важливий процес, який впливає на якість та безпечність продуктів. Вона є ключовим етапом у процесах варіння, запікання, смаження та стерилізації. Ефективна тепловіддача забезпечує рівномірне прогрівання продуктів, що дозволяє знищити патогенні мікроорганізми, зберегти смак та поживні речовини. Після термічної обробки важливо швидко охолодити продукти, щоб уникнути розвитку бактерій. Вона допомагає швидко знизити температуру продуктів, що є критично важливим для збереження їхньої свіжості.

У процесі сушіння (наприклад, фруктів або м'яса) цей процес грає важливу роль у видаленні вологи з продуктів. Контроль за температурою і вологістю дозволяє досягти оптимальних результатів. У багатьох процесах (наприклад, при пастеризації) використовуються теплообмінники для передачі тепла між рідинами без їх змішування. Це дозволяє ефективно знижувати або підвищувати температуру продуктів, зберігаючи їхню якість. [5]

Оптимізація процесів тепловіддачі може знизити витрати на енергію. Вибір відповідних технологій і обладнання, таких як конвекційні печі або системи теплоізоляції, допомагає зменшити споживання енергії та покращити загальну ефективність виробництва, але неправильна тепловіддача може призвести до нерівномірного прогріву, що може негативно вплинути на текстуру, смак і безпечність продуктів. Тому контроль за процесами тепловіддачі є критично важливим для досягнення високої якості готової продукції. Якщо правильно слідкувати цим процесом, то в результаті продукція буде найвищої якості, а енергоефективність - в рази покращена.

Пастеризація – спосіб знищення мікробів в харчових продуктах однократним нагріванням до температури нижче 100 °C (звичайно 60-70°C) з витримкою протягом 15-30 хв. Це процес термічної обробки продуктів, який широко застосовується в харчовій промисловості для знищення або інактивації патогенних мікроорганізмів та продовження терміну зберігання продуктів без значної зміни їх смакових, ароматичних та поживних властивостей. Наприклад, продукт нагрівають до певної температури протягом короткого період часу (зазвичай від 60°C до 85°C), після чого його швидко охолоджують. Цей процес не знищує всі мікроорганізми, але значно зменшує їх кількість, роблячи продукт

безпечнішим для споживання та придатним для зберігання протягом тривалого часу.

Існують такі види пастеризації: Низькотемпературна довготривала пастеризація: продукт нагрівають до 60-65°C на 30-40 хвилин. Цей метод використовують для більш делікатних продуктів, таких як молоко, оскільки він мінімально впливає на смак і текстуру. Високотемпературна короткотривала пастеризація: продукт нагрівається до 72-75°C на 15-30 секунд. Це поширений метод для обробки молока, соків, пива та інших рідких продуктів. Ультрапастеризація: продукт нагрівають до 135-150°C на кілька секунд, що дозволяє знищити майже всі мікроорганізми. Продукція такого плану, як правило, має тривалий термін зберігання без необхідності охолодження. Пастеризація — це ключовий процес у харчовій промисловості, який дозволяє забезпечити безпечність і продовжити термін зберігання продуктів, зберігаючи їх поживні та органолептичні властивості. Вона є невід'ємною частиною виробничих процесів у молочній, соковій, алкогольній та багатьох інших галузях харчової індустрії.

Стерилізація – нагрівання і коротка витримка при високій температурі (понад 100°C). Це процес термічної обробки продуктів, спрямований на повне знищення всіх мікроорганізмів, включно з патогенними бактеріями, вірусами, грибами та їхніми спорами. Стерилізація гарантує тривале зберігання продуктів без необхідності їх охолодження або використання консервантів. Такий процес вимагає нагрівання продукту до дуже високих температур — зазвичай від 110°C до 140°C — на тривалий період часу (від кількох хвилин до кількох годин). Тривалість процесу залежить від типу продукту та необхідної стерильності.

Головною метою стерилізації є забезпечення тривалого зберігання продуктів при кімнатній температурі без втрати їхньої безпеки. Стерилізовані продукти можуть зберігатися на полицях магазинів тривалий час без потреби охолодження, що значно полегшує їх транспортування та зберігання. Традиційна стерилізація включає нагрівання продукту в спеціальних стерилізаційних камерах або автоклавах, де продукт піддається впливу високої температури і тиску, а ультра-високотемпературна стерилізація використовується для рідких продуктів, таких як молоко або соки. Продукт нагрівають до температури понад 135°C на кілька секунд, після чого швидко охолоджують. Це дозволяє зберегти поживні та органолептичні властивості продукту, зберігаючи його при кімнатній температурі протягом декількох місяців.

До стерилізації відносяться такі продукти: Консерви (овочі, фрукти, м'ясо, риба, готові страви в банках або герметичних упаковках) вони проходять стерилізацію для забезпечення тривалого терміну зберігання. Молочні продукти: ультра пастеризоване молоко, що може зберігатися кілька місяців без холодильника завдяки ультра-високотемпературній обробці. Напої: соки, нектари та інші напої стерилізують для запобігання бродінню і псуванню. Дитяче харчування, продукти для дітей підлягають суворій стерилізації, щоб уникнути будь-яких ризиків для здоров'я малюків.

У харчовій промисловості теплообмінні процеси є важливими для

забезпечення належної обробки продуктів, збереження їх якості та безпеки. Для цього використовується різноманітне обладнання, призначене для нагрівання, охолодження, випаровування, конденсації та інших процесів теплообміну. [2]

Пластинчасті теплообмінники — це найбільш поширене обладнання для нагрівання та охолодження рідких продуктів. Пластинчасті теплообмінники складаються з кількох пластин, через які проходять два потоки рідини — один гарячий, інший холодний. Пластини забезпечують ефективний теплообмін за рахунок великої площі контакту. Принцип дії пластинчастого теплообмінника полягає в передачі теплової енергії від нагрітого середовища до охолоджуваного через пакет гофрованих пластин, виготовлених з нержавіючої сталі. У процесі теплообміну середовища не змішуються між собою, оскільки контактують через пластини товщиною від 0,4 до 1 мм. Для швидшого охолодження потрібно додати холодної води або поставити чайник у велику миску з холодною водою.



*Рис. 2. Промисловий автоклав*

*Обладнання для теплообмінних процесів в харчовій промисловості:*

Трубочасті теплообмінники: Це циліндричне обладнання, в якому один потік рідини рухається по внутрішній трубці, а інший — по зовнішній. Завдяки цьому теплообмін відбувається через стінки труб.

Їх застосовують для стерилізації рідких продуктів, таких як молоко, пюре та супів. Вони ідеально підходять для обробки продуктів із високою в'язкістю також у них висока стійкість до забруднень.

Спиральні теплообмінники. Це конструкція у вигляді двох спіралей, між якими проходять рідини для теплообміну. Завдяки компактній формі й великій площі контакту теплообмін відбувається швидко і ефективно. Їх застосовують для нагрівання та охолодження в'язких продуктів (джеми, соуси). Основна перевага таких теплообмінників – це ефективність для густих і пастоподібних продуктів та можливість роботи з великими потоками. [4]

Випарювальні апарати. Це обладнання для концентрування рідин шляхом випаровування вологи. Їх часто використовують для виготовлення згущеного

молока, фруктових сиропів або концентратів та застосовують для випаровування води, щоб підвищити концентрацію продуктів. Основні переваги - економія енергії, зменшення об'єму продукту, що полегшує транспортування. Випарні установки є важливими компонентами устаткування різних підприємств, що діють у промислових галузях, таких як хімічна, харчова, целюлозно-паперова та полімерна. Вони забезпечують концентрування розчинів і розчинів висококиплячих рідин шляхом випарування розчинника. Застосування випарування поширене у виробництві мінеральних солей, азотних добрив, соди, хлору, цукру та інших продуктів. Установки для випаровування, що працюють під вакуумом, мають свої переваги порівняно з тими, що функціонують при атмосферному тиску. Хоча зниження тиску спричиняє зменшення теплової енергії випарування, що призводить до необхідності більшої кількості пари для випарування одиниці розчину (на 1 кг води), випарування під вакуумом все ж має свої переваги. Однією з них є можливість проведення процесу при нижчих температурах, що особливо важливо для розчинів, які розкладаються при високих температурах. Крім того, з розрідженням збільшується різниця температур між носієм тепла й розчином, що сприяє більш ефективному нагріванню.

Використання вакууму також дозволяє використовувати вторинну пару, що утворюється всередині установки, як додаткове теплоносії, зменшуючи витрати на нагрівання додаткової кількості теплоносія. Однак використання вакууму призводить до додаткових витрат на створення та утримання вакууму. У даній роботі використовується горизонтальний суцільнозварний апарат з еліптичними днищами та трубним пучком. [1]

Охолоджувачі та заморожувачі. Це обладнання, яке застосовується для швидкого охолодження або заморожування продуктів. Охолодження може відбуватися в тунелях або камерних охолоджувачах, де потік холодного повітря циркулює навколо продукту. Їх переважно використовують на підприємствах для заморожки овочів, риби, м'ясної продукції та морозива. Основними перевагами цих установок є можливість швидкого зниження температури харчових продуктів для забезпечення їхньої тривалості зберігання.

Конденсатори. Це теплообмінне обладнання, в якому пар охолоджується до рідкого стану за допомогою теплообміну з холодним середовищем. Така установка застосовується для відновлення рідин після випаровування. Це важливий вузол будь-якої холодильної системи або компресорно-конденсаторного агрегату, що служить для обміну теплом між холодоагентом та довкіллям. Без конденсатора неможливо створити замкнутий цикл охолодження, який лежить в основі роботи будь-якої холодильної установки. Використання конденсаторів не обмежується побутовими холодильниками. Вони застосовуються в промислових холодильних камерах, з їх допомогою працюють системи кондиціонування повітря, у харчовій промисловості вони потрібні для охолодження продуктів, а також широко використовуються у медицині для зберігання препаратів при низьких температурах. Конденсатори для

холодильних систем працюють на основі теплообміну між холодоносієм та навколишнім середовищем. Холодоносій, рухаючись по системі, подається в конденсатор у вигляді перегрітого газу під високим тиском. Тут відбувається процес охолодження і перетворення газу в рідину. Під час знаходження гарячого холодоносія в конденсаторі відбувається його поступове охолодження, що можна умовно розділити на декілька ключових етапів. По-перше, газ втрачає тепло через теплообмінник, передаючи його повітрю або воді. Температура холодоносія знижується до рівня, необхідного для початку конденсації. На наступному етапі відбувається конденсація – процес, коли газ перетворюється на рідину і видає тепло, яке також передається навколишньому середовищу. Після повної конденсації настає переохолодження, коли рідина знижує свою температуру, що покращує її ефективність у подальшому охолодженні об'єктів.

Усі ці процеси відбуваються всередині теплообмінника, де холодоносій рухається по трубках або каналах, а повітря або вода забирають виділене тепло. Це дозволяє підтримувати оптимальну температуру і стабільну роботу холодильної системи, забезпечуючи ефективне відведення тепла і необхідні умови для охолодження об'єктів. [2]

**Висновки.** Дослідження процесів теплообміну в харчовій промисловості є ключем до підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції та забезпечення її безпечності. Оптимізація теплообміну може значно зменшити споживання енергії, зберегти поживні речовини продукту та знизити ризик зараження шкідливими мікроорганізмами. Використовуючи новітні методи моделювання, можна краще зрозуміти складні процеси теплообміну і знайти рішення для покращення технологічних операцій. Технологія теплопередачі продовжує розвиватися, забезпечуючи харчову промисловість інноваційними підходами для досягнення високих стандартів якості та безпеки продукції. Крім того, сучасні інженерні рішення, такі як автоматизація та комп'ютерне моделювання, допомагають знайти оптимальні робочі параметри обладнання, які гарантують точність температурного процесу. Це не тільки покращує якість кінцевого продукту, але й підвищує енергоефективність процесу та зменшує його вплив на навколишнє середовище. Таким чином, дослідження процесів теплопередачі є основою для інновацій у харчовій промисловості та гарантує розвиток технологій і самої галузі.

### Список використаних джерел

1. Поліщук Н. О., Марущак О. І., Бойко О. О. та ін. Дослідження конструкції та параметрів вакуумного випарного апарату. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2019. Том 6, Випуск 3. С. 39-44.
2. Черевко О.І. Процеси і апарати харчових виробництв : підручник. 2-е видання, доп. та випр. Х.: Світ Книг, 2014. 495 с
3. Процеси і апарати харчових виробництв. Підручник. під ред. І.Ф. Малевича. К.: НУХТ, 2021. 419 с.



4. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Мирончук В.Г., Орлов., Українець А.І. та ін.. Навчальний посібник. Вінниця, Нова книга, 2004

5. Кравченко, М.Ф. Теоретичні основи харчових технологій: навч. Посібник. М.Ф. Кравченко, А.В. Антоненко. К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. 516 с.

6. Миронюк Т.І. Необхідність інноваційної діяльності у харчовій промисловості. *Економіка харчової промисловості*. 2011. № 2. С. 50-53.

**Владислава НАГОРЯНСЬКА<sup>38</sup>,**  
студентка 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### **ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОТКА З ШТИФТОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ**

***Анотація.** Розглядається питання підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур в умовах недостатньої зволоженості ґрунту, за рахунок використання технології мілкового мульчування ґрунту. Отримані теоретичні залежності для визначення тягового опору робочого органу - котка, що входить до складу комбінованого агрегату для осіннього мілкового мульчування ґрунту.*

***Ключові слова:** робочий орган, ґрунт, обробіток ґрунту, коток, тяговий опір, ущільнення, деформація, штифт, параметри.*

***Annotation.** The issue of increasing the efficiency of growing agricultural crops in conditions of insufficient soil moisture, due to the use of the technology of shallow mulching of the soil, is considered. Obtained theoretical dependences for determining the traction resistance of the working body - the roller, included in the combined unit for autumn shallow mulching of the soil.*

***Keywords:** working body, soil, tillage, roller, traction resistance, compaction, deformation, pin, parameters.*

***Вступ.** Існуючі способи по накопиченню і заощадженню ґрунтової вологи свідчать про можливість поліпшення вологозабезпеченості ґрунтів посушливих регіонів шляхом розробки більш ефективних вологозберігаючих ґрунтообробних технологій [1]. Одним з них є осінній мілкий мульчуючий обробіток ґрунту, при якому створюється розпушений верхній шар ґрунту з замульчованою поверхнею.*

---

<sup>38</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Верхній шар ґрунту при розпушуванні і мульчуванні сприяє накопиченню та збереженню вологи не тільки в верхніх, але і в більш глибоких ґрунтових горизонтах.

Однак застосовувані знаряддя для мілкої мульчуючої обробки не в повній мірі забезпечують якісні показники верхнього вологозберігаючого мульчуючого шару [2, 3].

Тому розробка комбінованого знаряддя для осіннього мілкої мульчуючої обробки ґрунту, спрямованого на підвищення вологозбереження ґрунту, є актуальною науковою і практичною задачею.

**Виклад основного матеріалу.** В процесі роботи знаряддя для мілкої обробки ґрунту, заключну дію в формуванні вологозберігаючого шару виконує коток з штифтовими елементами. У процесі його роботи виконуються операції: кришення великих грудок, закладення в ґрунт стерньових залишків, підповерхневе ущільнення та вирівнювання поверхні ґрунту.

Кришення великих грудок здійснюється штифтами і гладкою поверхнею котка. Для забезпечення стабільності кришення без нагортання ґрунту перед котком, радіус кривизни його гладкої робочої поверхні повинен забезпечувати стабільне защемлення грудок без їх штовхання вперед, тобто має виконуватися умова [4, 5]:

$$D_k \geq \frac{2h}{(1 - \cos \chi)}, \text{ м.} \quad (1)$$

де  $D_k$  – діаметр котка, м;

$h$  – величина ущільнення з висотою ґрунтової грудки, м;

$\chi = \varphi_1 + \varphi_2$  – кут защемлення ґрунту, град;

де  $\varphi_1$  – кут тертя ґрунту по ґрунту, град;

$\varphi_2$  – кут тертя ґрунту про матеріалу котка, град.

У той же час, стабілізації процесу защемлення ґрунтових грудок і їх кришення гладкою поверхнею котка сприятимуть штифти, розташовані на його поверхні. У разі виштовхування котком ґрунтової грудки, штифти своїм зустрічним рухом, будуть перешкоджати подальшому подовжньому переміщенню грудки і вона буде схильною до взаємного кришення під дією штифтів та гладкої поверхні котка (рис. 1).

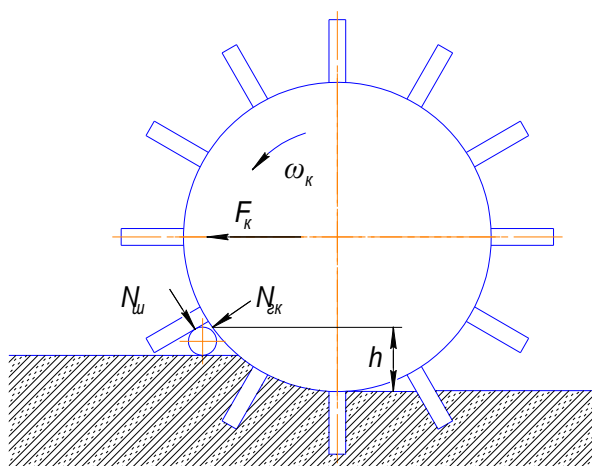


Рис. 1. Схема взаємодії штифтів і гладкої поверхні котка з грудкою ґрунту

Закладення в ґрунт стерньових залишків і підповерхневе ущільнення здійснюється штифтами котка. Закладення стерньових залишків на необхідну глибину і підповерхневе ущільнення ґрунту забезпечується необхідною довжиною штифта та діаметром його торцевої частини.

Кожен штифт, проникаючи в ґрунт, утворює конус ущільнення з кутом  $\psi$  між його твірною і вертикаллю, що дорівнює куту внутрішнього тертя ґрунту (рис. 2). Таким чином, на глибині ущільнення  $h_y$  кожен штифт ущільнює ділянку, площею  $S_y$ :

$$S_y = \pi \cdot \frac{d_y^2}{4} = \pi \frac{(d_{ш} + 2 \cdot (h_y - l_{ш}) \cdot tg\psi)^2}{4}, \text{ м}^2. \quad (2)$$

де  $d_y$  – діаметр ущільненої зони на глибині  $h$ , м;  
 $d_{ш}$  – діаметр штифта, м;  
 $l_{ш}$  – довжина штифта, м.

Для суцільного підповерхневого ущільнення ґрунту на глибині  $h_y$ , необхідно, щоб штифти розташовувалися один від одного на відстані:

$$\Delta_{ш} = d_y = d_{ш} + 2 \cdot (h_y - l_{ш}) \cdot tg\psi, \text{ м} \quad (3)$$

Рівномірне ущільнення підповерхневого шару ґрунту можливо реалізувати, розмістивши штифти на котку в шаховому порядку. Цього можна досягти, якщо штифти будуть розташовані рядами: з кроком всередині ряду  $t_{ш} = \Delta_{ш}$  і кроком між рядками  $t_{шр} = \frac{\Delta_{ш}}{\sqrt{2}}$ .

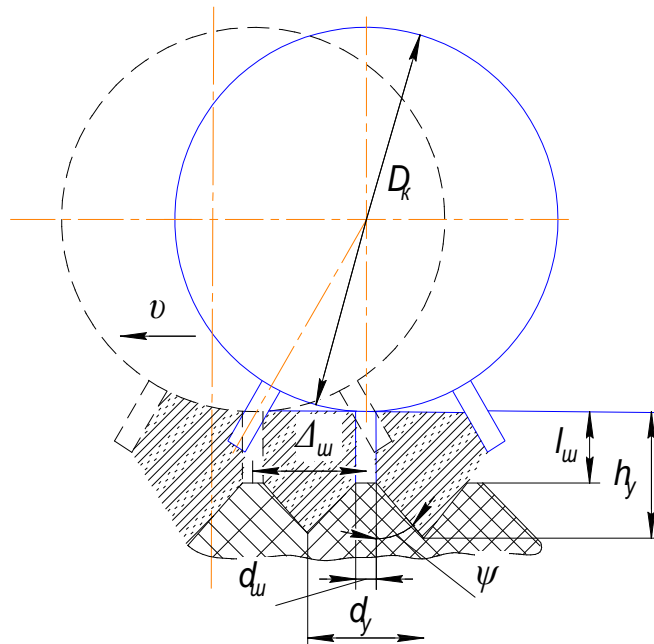


Рис. 2. Схема взаємодії штифтів котка з ґрунтом

Відповідно, кількість штифтів одного ряду визначиться по залежності:

$$n_{ш} = \frac{\pi(D_k + 2 \cdot l_{ш})}{t_{ш}} \text{ чи } n_{ш} = \frac{\pi(D_k + 2 \cdot l_{ш})}{d_{ш} + 2(h_y - l_{ш})tg\psi}, \text{ шт.} \quad (4)$$

В процесі своєї роботи, штифтовий коток виконує операцію

підповерхневого ущільнення ґрунту і його вирівнювання, виконуючи при цьому роботу, яку можна уявити відомою залежністю:

$$A_k = P_k \cdot L, \text{ Дж} \quad (5)$$

де  $P_k$  – зусилля необхідне на перекочування котка, Н;

$L$  – шлях пройдений котком, м.

Для визначення тягового опору котка, виразимо з даної залежності  $P_k$ :

$$P_k = \frac{A_k}{L}, \text{ Н.} \quad (6)$$

Робота котка  $A_k$  по деформації ґрунту, визначиться сумою роботи  $A_{ГК}$  гладкої поверхні і суми робіт  $\sum A_{шк}$  штифтів котка:

$$A_k = A_{ГК} + \sum A_{шк}, \text{ Дж.} \quad (7)$$

Роботу гладкої поверхні котка  $A_{ГК}$ , можна висловити залежністю:

$$A_{ГК} = P_{ГК} \cdot L, \text{ Дж} \quad (8)$$

де  $P_{ГК}$  – опір перекочуванню гладкої поверхні котка, Н.

Опір перекочуванню гладкої циліндричної поверхні котка виражається відомою формулою Горячкіна-Грандвуане з урахуванням її ковзання [3]:

$$P_{ГК} = \left(1 + \frac{3}{4} \frac{\varepsilon}{f^2}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{6 \cdot G_K^4}{64 \cdot q \cdot B_k \cdot R_k^2}}, \text{ Н,} \quad (9)$$

де  $G_K$  – вертикальна сила тиску котка на ґрунт, Н.

$B_k$  – ширина гладкої циліндричної поверхні котка, м;

$R_k$  – радіус гладкої циліндричної поверхні котка, м;

$\varepsilon = \frac{R_y - R_k}{R_k}$  – коефіцієнт ковзання гладкої циліндричної поверхні котка;

$R_y$  – умовний радіус котка (визначається положенням миттєвого центру швидкостей), м;

$f = \frac{P_{КК}}{G_K}$  – коефіцієнт опору перекочування при коченні без ковзання;

$P_{КК}$  – опір перекочування при вільному коченні гладкої циліндричної поверхні котка, Н;

$q$  – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, Н/м<sup>3</sup>.

Тоді, робота гладкої поверхні котка можна виразити залежністю:

$$A_{ГК} = \left(1 + \frac{3}{4} \frac{\varepsilon}{f^2}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{6 \cdot G_K^4}{64 \cdot q \cdot B_k \cdot R_k^2}} \cdot L, \text{ Дж.} \quad (10)$$

Сумарну роботу штифтів котка  $\sum A_{шк}$ , можна виразити залежністю:

$$\sum A_{шк} = A_{шк} \cdot z_{ш} \cdot L, \text{ Дж.} \quad (11)$$

де  $A_{шк}$  – робота одного штифта по ущільненню ґрунту, Дж;

$z_{ш}$  – число штифтів на погонному метрі окружності котка по всій його ширині, шт./м.

Робота  $A_{шк}$  одного штифта по ущільненню ґрунту визначиться виходячи з ущільненого ним об'єму ґрунту  $A_{см}$  та контактного тиску штифта на ґрунт  $\sigma_{ш}$ .

Для визначення ущільненого штифтом об'єму ґрунту розглянемо траєкторію руху штифта котка представляючи, її циклоїдою (рис.3).

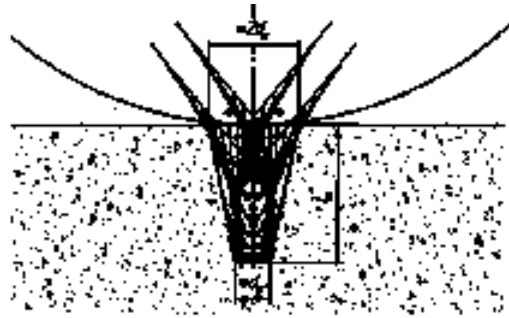


Рис. 3. Схема визначення об'єму ущільненого ґрунту штифтом котка

В результаті своєї роботи, штифт ущільнює об'єм ґрунту, по формі відповідний трапецеподібній призмі з криволінійними ребрами (дуги циклоїди). Зробивши припущення, що ребра призми прямолінійні, об'єм ґрунту, ущільненого штифтом котка, визначиться залежністю:

$$V_{ущ} = \frac{d_{ш} + 2 \cdot d_{ш}}{2} \cdot l_{ш} \cdot d_{ш}, \text{ м}^3 \quad (12)$$

Після спрощення, отримаємо:

$$V_{ущ} = \frac{2}{3} \cdot d_{ш}^2 \cdot l_{ш}, \text{ м}^3 \quad (13)$$

Таким чином, роботу ущільнення ґрунту одним штифтом з достатньою точністю можна виразити залежністю:

$$A_{шк} = \frac{2}{3} \cdot d_{ш}^2 \cdot l_{ш} \cdot \sigma_{ш}, \text{ Дж.} \quad (14)$$

Число зон ущільнення штифтами на погонному метрі обробленої поверхні котком по всій його ширині визначиться залежністю:

$$z_{ш} = \frac{N_{ш}}{\pi \cdot D_k}, \text{ шт.} \quad (15)$$

де  $N_{ш}$  – загальне число штифтів, розміщених на котку, шт.

З огляду на кількість штифтів  $n_{ш}$  розміщених в одному ряду і кількість рядів на котку  $m_{ш} = \frac{B_k}{t_{шр}}$ , загальна кількість штифтів визначиться як,  $N_{ш} = n_{ш} \cdot m_{ш}$ .

Беручи до уваги ці обставини, виразимо сумарну роботу, виконувану усіма штифтами котка:

$$\sum A_{шк} = \frac{2}{3} \cdot d_{ш}^2 \cdot l_{ш} \cdot \sigma_{ш} \cdot \frac{n_{ш} \cdot m_{ш}}{\pi \cdot D_k} \cdot L, \text{ Дж.} \quad (16)$$

або можна записати:

$$\sum A_{шк} = \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot d_{ш}^2 \cdot l_{ш} \cdot \sigma_{ш} \cdot \frac{(d_{ш} + l_{ш}) \cdot B_k \cdot L}{D_k \cdot \Delta_{ш}^2}, \text{ Дж.} \quad (17)$$

Таким чином, загальний тяговий опір котка  $P_k$ , виразиться виходячи з виконуваної ним роботи:

$$P_k = \frac{\left(1 + \frac{3 \cdot \varepsilon}{4 f^2}\right)^3 \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot G_k^4}{64 \cdot q \cdot B_k \cdot R_k^2}} \cdot L + \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot d_{ш}^2 \cdot l_{ш} \cdot \sigma_{ш} \cdot \frac{(d_{ш} + l_{ш}) \cdot B_k \cdot L}{D_k \cdot \Delta_{ш}^2}}{L}, \text{ Н} \quad (18)$$

Скоротивши в формулі переміщення котка  $L$ , отримаємо:

$$P_k = \left(1 + \frac{3 \cdot \varepsilon}{4 f^2}\right)^3 \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot G_k^4}{64 \cdot q \cdot B_k \cdot R_k^2}} + \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot d_{ш}^2 \cdot l_{ш} \cdot \sigma_{ш} \cdot \frac{(d_{ш} + l_{ш}) \cdot B_k}{D_k \cdot \Delta_{ш}^2}, \text{ Н} \quad (19)$$

Отримана залежність дозволить спрогнозувати тяговий опір котка в разі

зміни його конструктивних і технологічних параметрів або ґрунтових умов.

Результати розрахунку тягового опору котка при роботі на звичайному середньосуглинистому чорноземі наведені в табл. 1.

**Таблиця 1**

**Розрахункові дані по тяговому опору котка при різних швидкостях руху**

Показник	$V = 1,7$ м/с	$V = 2$ м/с	$V = 2,4$ м/с	$V = 2,7$ м/с
Тяговий опір котка, Н	735	735	735	735

**Висновки.** За результатами теоретичного обґрунтування технологічного процесу осінньої мілкої мульчуючої обробки ґрунту обґрунтовано основні конструктивні і технологічні параметри котка з штифтовими елементами. Виведено залежності тягового опору котка від його основних конструктивних і технологічних параметрів, а також фізико-механічних властивостей ґрунту.

Таким чином, отримані залежності тягового опору котка дозволяють теоретично визначити енерговитрати процесу обробки ґрунту котком на стадії проєктування машини і намітити напрямки її зниження.

**Список використаної літератури.**

1. Іванюта М.В. Моделювання потокової адаптивної системи керування обробком ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 2 (121). С. 97–105.

2. Веселовська Н.Р., Бурлака С.А. Методи та прийоми комбінування робочих органів комплексних ґрунтообробних машин. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія Технічні науки*. 2023. №1 (317). С. 42–47.

3. Труханська О.О. Дослідження впливу конструктивних параметрів робочого органу ґрунтообробної машини на енергомісткість та якість обробки ґрунту *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 1 (108). С. 104–109.

4. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

5. Руткевич В., Остапенко В., Кажуро М. Теоретичне дослідження умов роботи дозуючих робочих органів посівного комплексу для диференційованого внесення добрив. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки*. 2024. № 4 (339). С. 91–96.

**Андрій НАСОБКОВ<sup>39</sup>**  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет,  
Вінниця, Україна

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА ДЛЯ РОБОТИ НА ЩЕПІ**

***Анотація.** У даній статті проведено дослідження які спрямовано на реконструкцію котла. Ключовими етапами реконструкції є діагностика стану обладнання, визначення причин зниження ефективності та розробка проекту модернізації. Використання новітніх систем автоматизації, поліпшених паливних технологій та інноваційних теплообмінників дозволяє значно знизити витрати пального і викиди забруднюючих речовин. Практична частина дослідження включає аналіз реальних випадків реконструкції котлів на підприємствах, що дозволяє оцінити результати впровадження нових технологій та їх вплив на загальну продуктивність виробництва.*

***Ключові слова:** котел, щена, теплообмінник, паливо, топка, пальник, бункер.*

***Annotation.** In this article, research aimed at the reconstruction of the boiler was carried out. The key stages of the reconstruction are the diagnosis of the condition of the equipment, the determination of the reasons for the decrease in efficiency and the development of the modernization project. The use of the latest automation systems, improved fuel technologies and innovative heat exchangers allows to significantly reduce fuel consumption and emissions of pollutants. The practical part of the study includes the analysis of real cases of reconstruction of boilers at enterprises, which allows to evaluate the results of the introduction of new technologies and their impact on the overall productivity of production.*

***Key words:** boiler, wood chips, heat exchanger, fuel, furnace, burner, bunker.*

***Вступ.** Розглянемо перший тип котлів - сталевий триходовий жаротрубний котел. Він поєднує в собі переваги двох перевірених рішень: високу ефективність триходового теплообмінника та компактність конструкції.*

*Сучасний дизайн і застосування надійних технологій виробництва забезпечують наступні характеристики:*

- Високу ефективність і економічність.
- Надійність і довговічність.
- Простоту в обслуговуванні.
- Відповідність європейським стандартам.

---

<sup>39</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Бабин І.А., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Теплообмінні елементи котла виготовлені відповідно до чинних стандартів. Конструкція топки та трубних дощок виконаний у вигляді омегаподібних компенсаторів, які компенсують теплові деформації при максимальних навантаженнях. Жарові труби спочатку розвальцьовуються, а потім зварюються, що відповідає стандарту EN 29002.

Після чого передні дверцята з подвійним ущільненням забезпечують триходовий рух продуктів згоряння та легкий доступ до трубної дошки і пальника. Вони можуть відкриватися ліворуч або праворуч а також постачаються із заглушкою для встановлення пальника. Тилова камера продуктів згоряння повністю ізольована та оснащена знімним люком для огляду і технічного обслуговування. Огляд водяного простору котла під тиском також можливий завдяки спеціальному люку для контролю стану труб і топки.

Технічні характеристики котла:

1. Теплопродуктивність (Макс, кВт): 1200 - 10000
2. Споживане тепло з паливом (Макс, кВт): 1297 - 10870
3. Об'єм води в котлі (дм<sup>3</sup>): 2200 - 19500
4. Аеродинамічний опір (мбар): 4.0 - 8.5
5. Гідравлічний опір (мбар): 35 - 230
6. Робочий тиск (бар): 6 (з можливістю варіантів 8 або 10)
7. Вага (кг): 3750 - 23000

8. Котел працює на мазуті, з мінімальною температурою зворотної води 50°C. [1].

Другий тип котлів - твердопаливний котел BRS Comfort LM. Це інноваційне рішення для автоматичного спалювання тирси та щепи з високою вологістю до 70%. Він розроблений з урахуванням сучасних вимог енергоефективності та екологічності, що робить його оптимальним для промислових і комунальних систем опалення.

Котел BRS Comfort LM обладнаний паливним бункером об'ємом 3000 літрів, що дозволяє тривалу автономну роботу без частого до завантаження. Механічна система ворухіння та шнекова подача забезпечують безперервне подавання пального до роторного пальника. Завдяки цій системі котел може працювати на паливі з високою вологістю до 70%, що є значною перевагою за умов обмеженого доступу до сухого палива. Після чого процес горіння відбувається у топці при температурі понад 1000°C, що забезпечує високу ефективність спалювання. Теплообмінник з жаростійкої безшовної труби сприяє ефективній передачі тепла до води в опалювальній системі.

Основні недоліки котла першого типу: сталевих триходовий жаротрубний котел:

1. **Корозія:** Сталеві котли більше піддаються корозії, особливо якщо вода має високу кислотність або значний вміст солі. Це може скоротити термін служби котла.

2. **Чутливість до температурних змін.** Сталь може бути чутливою до різких змін температур, що призводить до деформації або тріщин. Це особливо стосується випадків неправильного запуску або зупинки котла.



3. **Низька теплопровідність у порівнянні з мідними котлами:** Сталь має нижчу теплопровідність порівняно з іншими матеріалами, такими як мідь, що може знижувати ефективність теплопередачі.

4. **Велика маса.** Сталеві котли мають велику вагу, що може ускладнювати їх встановлення та транспортування [2].

Основні недоліки другого типу котла **BRS Comfort LM**

1. **Чутливість до якості палива.** Котел вимагає використання палива високої якості. Паливо з високим вмістом вологи чи домішок може знизити ефективність роботи, збільшити кількість золи і спричинити проблеми з горінням.

2. **Низький рівень автоматизації:** Порівняно з сучасними моделями, BRS Comfort LM має нижчий рівень автоматизації. Це означає, що користувачеві потрібно більше втручатися у процеси горіння і здійснювати ручне регулювання.

3. **Необхідність регулярного очищення:** Котел схильний накопичувати значну кількість золи і сажі, особливо при використанні низькоякісного палива, що потребує частого очищення і обслуговування.

4. **Витрати на обслуговування.** Конструкційні особливості котла можуть спричинити додаткові витрати на технічне обслуговування, зокрема очищення камер згоряння та системи димовідведення, що підвищує загальні експлуатаційні витрати [3].

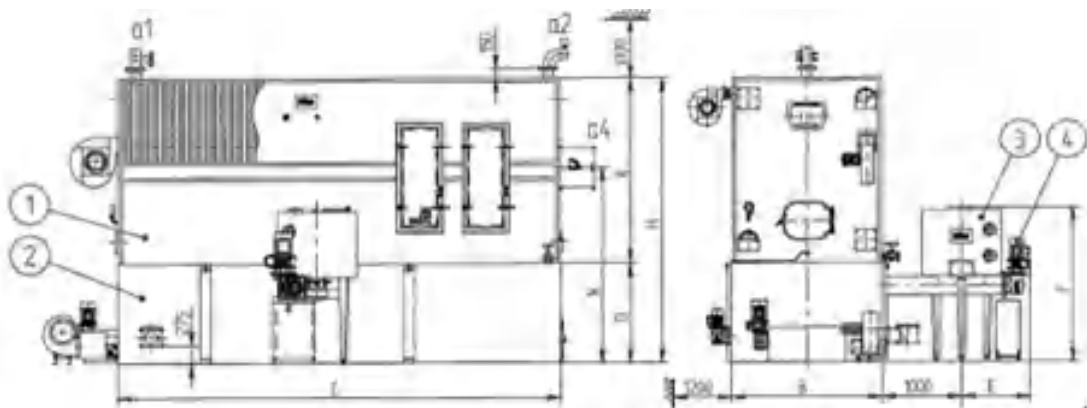
Для проведення реконструкції бункера для гранульованого палива використано котел **Ferrolі VI CombSgm AC**. Це сучасний котел для підігріву води, який працює на твердому паливі. Він відрізняється високою ефективністю завдяки великій камері згоряння, що забезпечує оптимальне спалювання палива, та наявності автоматизованої системи очищення від золи.

Котел призначений для підігріву води до температури 110°C з використанням твердого палива. Він має велику камеру згоряння, що забезпечує оптимальне спалювання палива, а також трубку раму, розташовану в задній частині. Бокові двері надають доступ до трубної рами для періодичного очищення від сажі. Корпус котла ізолюваний панелями з мінеральної вати та захищений алюмінієвими листами.

Цоколь – металевий (рис 1), всередині викладений вогнетривкою цеглою, що дозволяє досягти високих температур, забезпечуючи, таким чином, хороше згоряння навіть матеріалів з підвищеною вологістю. На цоколі розташовані котел і топочна система, що складається з нахиленої рухомої решітки. Рухома решітка забезпечує ефективний контроль товщини паливної подушки навіть в умовах розм'якшення та часткового плавлення золи. Передбачено автоматичне періодичне виведення топочної золи. Поставляється в комплекті з вентилятором для горючого повітря з регульовальними заслінками. Очищення від золи легко здійснюється через бокові та задні люки. Для очищення решіток використовується люк для очищення топочної камери.

Модель з автоочисткою, окрім того, що повністю відповідає характеристикам стандартної моделі, має автоматичну систему очищення золи, яка відкладається в різних зонах, полегшуючи операції з очищення котла.

Передбачені дві точки збору золи: одна зона розташована внизу і збирає золу, що утворилася в топочній камері та під решіткою, а друга призначена для збору золи в проміжному отворі для осадження і трубного пакета. Це обладнання значно зменшує час простою обладнання, пов'язані з операціями очищення системи димових газів.



*1 - корпус котла; 2 – цоколь; 3 – бункер; 4 - механічна топка; a1 – подача;  
a2 – оборот; a3 - підключення пілотного пальника; a4 - підключення димової труби;  
a5 - завантаження бункера; a6 - видалення золи*

*Рис. 1. Цоколь стандартної моделі котла(Ferrolі VI CombSgm AC)*

Механізована топка котла VI CombSgm працює на комбінованому живленні за допомогою шнека, який подає паливо через рухоми нахилену решітку. Зола автоматично видаляється також за допомогою шнека. Основне паливо подається збоку котла і надходить на рухоми решітку, де завдяки нахилу і потоку первинного повітря зверху, забезпечується ефективно згоряння через що рухома решітка складається з поперечних рядів, які рухаються по чергово: парні та непарні ряди працюють у протифазі, що сприяє рівномірному потоку палива до плоского дна решітки. Під час руху решітки паливо повністю згорає, а залишки золи падають в золоуловлювач. При правильному налаштуванні обладнання забезпечується згоряння без залишків незгорілих матеріалів [4].

В даній роботі була розроблена модернізація твердопаливного котла для роботи на щепі (рис. 2). Модернізація котла для переходу на щепу включала кілька важливих етапів: заміну пальникової системи, модифікацію камери згоряння, покращення системи подачі повітря, автоматизацію процесів, встановлення бункера та оновлення систем золовідведення і теплообмінника.

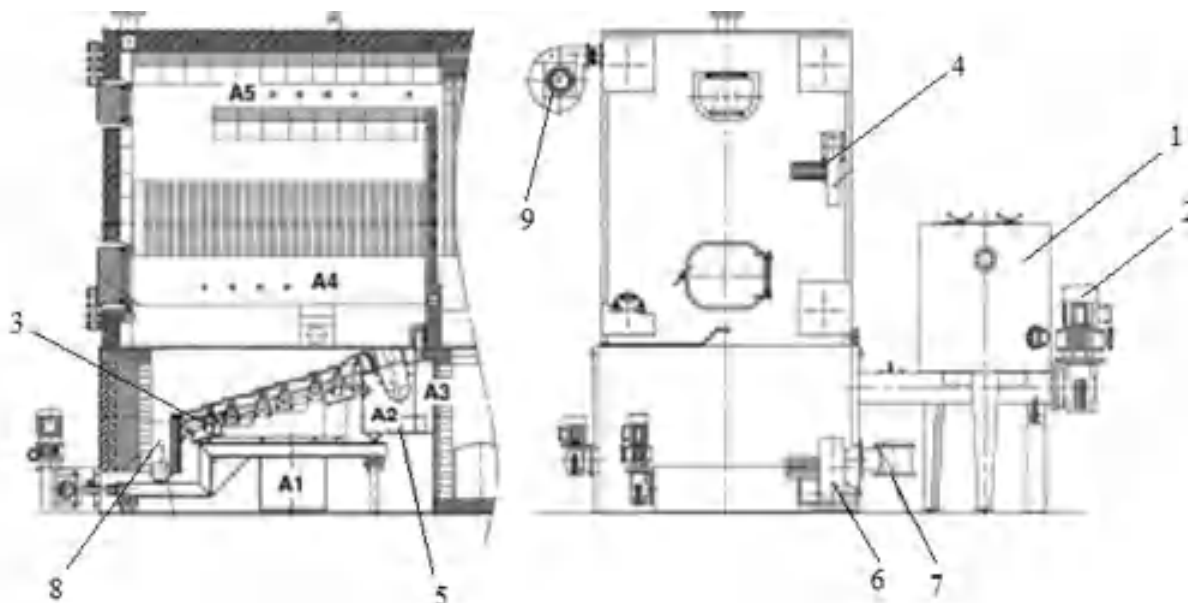
Пальникову систему, яка використовувалася для спалювання мазуту замінили новою системою для подачі щепи, що включає автоматичний шнековий конвеєр, який забезпечує постійну подачу палива в камеру згоряння.

Змінено тип пальника, щоб адаптувати його для ефективного спалювання біомаси, зокрема деревної щепи. Це включало встановлення нових пальників, що краще працюють з твердим паливом та забезпечують рівномірне горіння щепи.

Камера згоряння котла, оптимізована для рідкого палива її модернізацію проведено за рахунок встановлення решітки або колосників, які підтримують рівномірний розподіл щепи по камері згоряння та дозволяють її поступове і

ефективне згоряння.

Оптимізовано повітряний потік всередині камери, що дозволило підвищити ефективність горіння та мінімізувати утворення незгорілих часток.



*1 – бункер для гранульованого пального; 2 – двигун привода шнека;  
3 – шнек для подачі щепи; 4 – датчик рівня палива; 5 - топка; 6 – вентилятор для  
відведення газів; 7 – шнек для вивантаження відпрацьованого палива; 8 – рухома  
площадка;  
9 – вентилятор для нагнітання повітря.*

*Рис. 2. Основні частини системи живлення котла*

Камера була переобладнана для роботи з нижчими температурами, які характерні для згоряння біомаси, порівняно з рідким паливом.

Систему подачі повітря та видалення димових газів модернізовано шляхом заміни старих нагнітачів повітря для забезпечення більш точного регулювання подачі повітря.

Встановлено вентилятори для подачі первинного та вторинного повітря, щоб підтримувати оптимальне співвідношення повітря і палива для повного згоряння щепи.

Система димовидалення адаптована для роботи з більшими обсягами твердих часток і диму, що утворюються під час спалювання щепи. Встановлено додаткові фільтри для очищення димових газів від твердих часток і шкідливих речовин.

Модернізація системи управління процесами горіння і тепловіддачі проведено шляхом встановлення нового програмного забезпечення для автоматичного контролю за подачею щепи, повітря та регулюванням температури всередині котла.

Встановлено датчики для контролю рівня палива, температури в камері згоряння та концентрації кисню, що дозволяє автоматично підтримувати оптимальні умови для горіння. Автоматизовано процес видалення золи, що полегшило обслуговування котла та забезпечило його безперебійну роботу.

Встановлено новий бункер для зберігання щепи з автоматичною подачею палива до шнекового конвеєра.

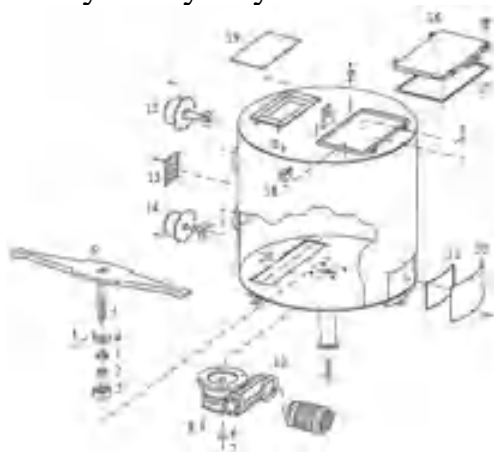
Шнек забезпечує рівномірне надходження щепи до камери згоряння, що мінімізує ризик перепалювання або недостатньої кількості палива.

Встановлено пневматичну систему подачі палива для великих котлів, що дозволяє швидко транспортувати великі обсяги щепи з бункера.

Центральний бункер є ключовим елементом у системах автоматизованого опалення, призначеним для зберігання і подачі твердого палива такого як щепи. Його конструкція забезпечує безперебійну та ефективну роботу системи, знижуючи потребу в ручному обслуговуванні. Реконструкція центрального бункера була здійснена з метою покращення ефективності, надійності та зручності в експлуатації системи автоматизованого опалення на твердому паливі, зокрема на щепі.

Реконструкція центрального бункера дозволила створити більш ефективну та надійну систему автоматизованого опалення. Удосконалення конструкції та запровадження нових технологій забезпечили безперебійну подачу пального, знизили витрати на обслуговування і підвищили загальну безпеку системи. Це, в свою чергу, позитивно вплине на ефективність роботи котла та зменшить вплив на навколишнє середовище.

Бункер (Рис. 3) є ключовим елементом у системах автоматизованого опалення, призначеним для зберігання і подачі твердого пального такого як щепи. Його конструкція забезпечує безперебійну та ефективну роботу системи, знижуючи потребу в ручному обслуговуванні.



**1 - ущільнювальне кільце SMIM; 2 - втулка; 3 - фланець-розпірка;  
4 - фланець-стопор SMIM; 5 - вал редуктора; 6 - нижній диск; 7 - гвинт кріплення  
нижнього диска; 8 - болти кріплення редуктора; 9 - одношнековий скребок; 10 -  
інспекційний лючок; 11 - ущільнення; 12 - мотор-редуктор; 13 - люк для спостереження  
за рівнем; 14 - нижній регулятор рівня; 15 - верхній регулятор рівня; 16 - люк для  
доступу; 17 - ущільнювальний шнур; 18 - кінцевий вимикач закриття люка; 19 – плита  
встановлення автоматичного завантажувача; 20 - отвір для розвантаження бункера.**

**Рис. 3. Бункер для гранульованого палива**

Бункер для гранульованого палива має циліндричну форму. В основі бункера розташований підресорений скребок з одним ножем, який приводиться в рух мотор-редуктором. У разі пошкодження або блокування скребка, для його вилучення достатньо зняти нижній диск та підняти скребок з бункера. Для демонтажу мотор-редуктора потрібно відкрутити болти і зняти нижній диск. Коли котел вимкнено або він перебуває в стані термостатичного відключення, але в бункері залишилося паливо, існує ризик загоряння палива при відкритті люка через потрапляння повітря. Щоб уникнути небезпеки, перед відкриттям люка необхідно вимкнути котел і дочекатися зниження температури в топковій камері до рівня нижче 100°C. Якщо люк потрібно відкрити раніше, слід залишити невеликий зазор для поступового охолодження, і лише потім з максимальною обережністю повністю відкрити його. Через що електричний кінцевий датчик, розташований на верхньому люку бункера, автоматично зупиняє горіння при відкритті і відновлює його після закриття.

Даний бункер, з усіма його компонентами, забезпечує ефективну та безперебійну роботу системи автоматичного опалення, значно спрощуючи процес подачі пального.

**Висновок.** У проведеній роботі було здійснено аналіз двох типів котлів: один із них працює на мазуті, а інший на щепі. На основі отриманих даних та порівняння показників обох котлів було прийнято рішення про реконструкцію котла Ferrolli VI CombSgm AC шляхом заміни мазутного пального на щепу. Цей крок суттєво покращив ефективність роботи котла, що було підтверджено результатами аналізу.

Перехід на щепу як паливо виявився ефективним рішенням, оскільки він не лише підвищує загальну продуктивність котла, а й дозволяє значно знизити витрати на паливо. Використання щепи, як більш доступного та економічного ресурсу, зменшує фінансові витрати на енергетичні потреби підприємства. Додатково, заміна мазуту на щепу сприяє скороченню викидів шкідливих речовин в атмосферу, зокрема CO<sub>2</sub>, що позитивно впливає на екологічну ситуацію та здоров'я населення.

З технічної точки зору, модернізація котла Ferrolli VI CombSgm AC, що включає в себе налаштування на ефективне спалювання щепи, забезпечує довготривалу стабільність і надійність його роботи. Ця модернізація дозволяє впроваджувати більш екологічні та економічні технології в енергетичний сектор, що є важливим для подальшої модернізації енергетичних систем в цілому.

З економічного боку, зниження витрат на паливо, а також зменшення залежності від імпортних енергоносіїв підвищують енергетичну безпеку країни. Використання місцевих ресурсів, таких як щепи, підтримує розвиток місцевої економіки та знижує вразливість до коливань світових цін на енергоносії.

Отже, аналізуючи проведену реконструкцію котла, можна з упевненістю стверджувати, що даний підхід є не лише доцільним, але й ефективним. Він відкриває нові можливості для покращення роботи енергетичних систем,

зменшує їх негативний вплив на довкілля та сприяє переходу до більш сталих форм енергетики.

### Список використаної літератури

1. Лисенко В. М., Сіренко В. Ф., Чепіжний А. В. Порівняння ефективності роботи теплообмінників нагрівачів при якісному і кількісному регулюванні в опалювальній системі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2015. Вип. 11. С. 63-68.

2. Стручаєв М. І. Дослідження впливу вологості палива та температури газів на ефективність роботи котлів для спалювання деревини та горючих відходів с/г виробництва. *Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта): матер.* Міжнар. наук.-практ. Конференції. Київ : НУБіП, 2015. С. 40-44.

3. Роженко В. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Київ. 2016. С. 466-477. URL:[http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar\\_2016\\_20\\_57](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2016_20_57)

4. Шулик А. Твердопаливні котли: огляд класифікація та результати випробувань. Київ. 2017. С. 397-402. URL:[http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar\\_2017\\_21\\_54](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2017_21_54)

5. Зінченко О. С Викиди твердопаливних котлів [Електронний ресурс] URL: <https://altep.ua/articles/pro-vikidi>. (дата звернення: 10.09. 2024).

**Павло НАВАЖАНЮК<sup>40</sup>,**

студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### АНАЛІЗ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ, ОСНАЩЕНОЇ ВДОСКОНАЛЕНИМ ВИСІВНИМ ДИСКОМ

**Анотація.** У цій статті аналізуються результати польових випробувань пневматичної сівалки, оснащеної вдосконаленим висіваючим диском для точного висіву голого насіння бавовнику. Типи та параметри пневматичних сівалок для голого насіння точного висіву, які підходять для суворих ґрунтів і кліматичних умов світу, були вивчені шляхом польових випробувань, щоб переконатися, що економічних результатів можна досягти шляхом відповідних досліджень. Досліди проводили під час весняної сівби. Крім того, науково доведено, що вдосконалені параметри пневматичного приводу сівалки точно демонструють відкрите насіння бавовнику. У статті наведено висновки за

---

<sup>40</sup>Науковий керівник – Лисенко Р.Д., асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

отриманими результатами.

**Ключові слова:** Пневматичний висівний апарат, точний висів, пневматична сівалка, висівний диск.

**Annotation.** *This paper analyzes the field test results of a pneumatic seeder equipped with an advanced sowing disk for precision seeding of bare cotton seeds. The types and parameters of pneumatic precision bare seed drills suitable for the harsh soils and climatic conditions of the world were studied through field trials to ensure that economic results could be achieved through appropriate research. The trials were conducted during the spring sowing season. In addition, it has been scientifically proven that the improved parameters of the pneumatic drive of the seeder accurately demonstrate the open cotton seeds. The article presents conclusions based on the results.*

**Keywords:** *Pneumatic sowing machine, precision sowing, pneumatic sowing machine, sowing disk.*

**Вступ.** У світі ведуться цілеспрямовані наукові дослідження, спрямовані на створення нових зразків ресурсозберігаючих технологій точного висіву насіння та технічних засобів для їх реалізації, розробку науково-технічних основ удосконалення існуючих машин з метою забезпечення їх ресурсозбереження під час експлуатації [1]. У цьому напрямку існують пневматичні пристрої для точного висіву насіння комірчастим способом для різних ґрунтово-кліматичних умов, і необхідно провести цілеспрямовані наукові дослідження з метою розробки конструкції висівного апарату з 3 насінинами в гніздо, обґрунтування його параметрів, що забезпечують функціонування на рівні агротехнічних вимог.

**Виклад основного матеріалу.** У світовій практиці широко використовується висів високоякісного насіння за чіткою нормою, наприклад, по одній насінині в кожну щілину. Норму висіву насіння вибирають, виходячи з ґрунтово-кліматичних умов місцевості, строків сіви, способів тощо.

Основне завдання сіви - розмістити насіння в полі в оптимальній кількості, щоб забезпечити високу врожайність [2]. Як до технологічного процесу, до сіви ставляться чотири основні вимоги:

- 1) висадка фіксованої кількості насіння на поле;
- 2) рівномірне розміщення насіння на поверхні поля;
- 3) висівати насіння на задану (рівномірну) глибину;
- 4) не травмувати насіння в процесі висіву.

Розроблено технічну специфікацію та технічні умови на сівалку, оснащену пневматичним висівним апаратом, який точно висіває голе насіння бавовнику. Описано прояви в загальному тракторно-агрегатному процесі сівалки, оснащеної пневматичним висівним апаратом, що точно висіває голе насіння бавовнику, розробленим на основі рекомендованих параметрів (рис. 1, 2).



*Рис. 1. Загальний вигляд експериментальної сівалки.*



*Рис. 2. Пневматична сівалка з точним висівом голого насіння бавовнику - експериментальний екземпляр, агрегований з трактором.*

У таблиці 1 наведено рекомендовані параметри сівалки, обладнаної пневматичним висівним апаратом, який точно висіває безворсове насіння, а в таблиці 2 - її технічний опис. Пневматична сівалка, яка точно висіває голонасінну бавовну, має підвісну конструкцію і агрегується з тракторами класу 0,9-1,4. Складається з підвісного пристрою, рами і 4-х висівних секцій. Кожна секція оснащена пневматичним висівним апаратом. Висівний апарат - вдосконалений вертикальний - складається з диска, корпусу, завантажувальної (насінневої) камери, сепаратора, камери проріджування, повітропроводу і круглих накладок.

**Таблиця 1**

*Пневматична сівалка, яка точно висіває голе насіння бавовни, з покращеними параметрами приводу.*

№	Назва параметрів	Призначення	Значення
1	Радіус заокруглення кінців всмоктувальних отворів, мм	$r$	1,64
2	Ширина всмоктувальних щілин, мм	$b$	6,58



**Продовження таблиці 1**

3	Висота всмоктувальних щілин, мм	$h$	6,13
4	Крок висівного диска присосок, мм	$l_q$	18,72
5	Швидкість обертання висівного диска по центру присосок, м/с	$U$	0,27
6	Діаметр висівного диска по центру всмоктуючих прорізів, мм	$d_d$	195
7	Повний діаметр висівного диска, мм	$d_T$	230
8	Кількість обертів висівного диска, об/хв	$n$	26,4
9	Кількість всмоктуючих отворів на висівному диску, шт.	$z$	32

**Таблиця 2**

**Пневматична сівалка, яка точно висіває голе насіння бавовни технічний опис.**

№	Позначення індикаторів	Одиниця виміру індикаторів	Значення індикаторів
1	Тип	-	Підвіска
2	Клас агрегатованих тракторів	-	1,4 – 2,0
3	Швидкість роботи	км/год	5,2 – 8,5
4	Ширина покриття	м	2,4; 2,8; 3,6
5	Продуктивність праці: -в прайм-таймі -під час роботи	га/год	1,25 – 3,06 0,94 – 2,29
6	Маса	кг	650
7	Глибина загортання насіння	см	3 – 8
8	Тип сівалки		пневматичний
9	Кількість посадочних місць	Шматок	4
10	При точковому посіві насіння - інтервал між насінинами;	см	5 – 50
	- коефіцієнт варіації фактичних значень інтервалів, не більше;	%	15
	- точність висіву (кількість насінин на одиницю довжини), як мінімум;	%	95
	- частка гнізд, в яких насіння не випадає, не менше	%	3
11	При посадці насіння в гніздо: - інтервал між гніздами;	см	10 – 50
	- коефіцієнт варіації фактичних значень інтервалів між комірками, не більше;	%	25
	- точність висіву (частка гнізд, в які потрапило на одну більше або на одну менше заданої кількості насінин), не менше;	%	80
	- середня фактична довжина гнізд, не більше	см	суми довжин насінин, які фактично потрапили в щілину
12	Розміри габариту:		2100
	- довжина	мм	3970
	- ширина		

Полюві випробування сівалки, оснащеної пневматичним висівним апаратом, який точно висіває безволосе насіння з основними параметрами, були проведені в період весняної сівби. Перед проведенням дослідів визначали вологість, твердість і щільність ґрунту в шарах 0–5, 5–10 і 10–15 см, а також якість ущільнення ґрунту [3; 4]. Їх результати представлені в таблиці 3. При визначенні обраних агротехнічних показників використовували сита з отворами діаметром 10, 25 і 50 мм, технічні ваги, рейки, лінійки, металеві рулетки. Вологість ґрунту визначали шляхом висушування зразків з поля при температурі 105° протягом 6 годин.

Твердість ґрунту визначали за допомогою конічного тригранника з кутом заточування 22°30' і площею поперечного перерізу 1 см<sup>2</sup> на твердомірі, виготовленому у ВІСХОМі. Щільність ґрунту визначали за відношенням маси сухого ґрунту до об'єму циліндра, взятого для проби.

**Таблиця 3**

**Фізико-механічні властивості ґрунту польової ділянки, на якій проводили дослід.**

№	Назва індикаторів	Згідно з попередніми вимогами	Значення індикаторів
1	Вологість ґрунту в шарах (см), %:	Середній 14-18%	13,1 15,2 17,8
	0-5		
	5-10		
	10-15		
2	Твердість ґрунту в шарах (см), МПа:	Не більше 1,0 МПа	0,51 1,12 1,46
	0-5		
	5-10		
	10-15		
3	Щільність ґрунту за шарами, г/см <sup>3</sup> :		1,46
	0-5		
	5-10		
	10-15		
4	Наступний розмір (мм), кількість фракцій ґрунту, %:	> 80 - -	85,1 11,3 3,6
	<25		
	25-50		
	50<		

Розподіл насіння в рядках (крок висіву) вивчається на сівалках, які є точними і точковими. На виконанні рівномірного розподілу насіння наголошується в спеціальних нормах [5]. При цьому відстані між висіяними насінинами визначаються шляхом запису (вимірювання). У таблиці 4 наведено результати проведених випробувань. У проведених випробуваннях сівалка, обладнана пневматичним висівним апаратом, який точно висіває безволосисте насіння, агрегувалася з трактором ТТЗ-80.11. Під час випробувань швидкість руху агрегату визначалася на рівні 7,0-8,5 км/год.



a)

b)

**Рис. 3.** Загальний вигляд ділянки, на якій висаджено насіння (а) та проростає розсада (б).

На рисунку 3 зображено висадку насіння на підготовлені до посіву поля та загальний вигляд сходів, що проросли.

В ході випробувань були визначені наступні показники роботи пневматичного висівного апарату, який точно висіває безворсове насіння:

- кількість насінин у щілинах;
- відстань між щілинами;
- ширина щілин;
- розтягнення щілин.

Перед проведенням випробувань були визначені фізико-механічні властивості польового ґрунту, підготовленого до сівби (табл. 3). У проведених дослідах було обрано сорт «Султан» для висаджування голонасінної бавовни.

Дані, наведені в таблиці 4, показують, що продуктивність пневматичної сівалки, яка точно висіває безволосе насіння, повністю відповідає агротехнічним вимогам, що пред'являються до неї. При робочих швидкостях агрегату 7,3 і 8,3 км/год кількість насінин у гнізді становила 2,9–2,7 штук відповідно ( $3 \pm 1$  за агротехнічними вимогами), а її середньоквадратичне відхилення –  $\pm 0,85$  і  $\pm 1,06$  штук. Відстань між гніздами вимірювали за відстанню між центрами двох сусідніх насінин і становила 14,6 і 13,2 см.

**Таблиця 4**

**Результати польових випробувань пневматичної сівалки, яка точно висіває голе насіння бавовни.**

№	Назва індикатора	Значення індикаторів		
		Згідно з попередніми вимогами	За результатами тестування	
1	Робоча швидкість, км/год	5,2 – 8,5	7,3	8,3
2	Кількість насінин у розчині, шт.	$3 \pm 1$	2,9	2,7
3	Відстань між прорізами, см	-	14,6	13,2
4	Ширина пазів, см	-	0,63	0,60
5	Розтягнення пазів, см	-	0,6	0,9
6	Успішність роботи, га/год	-	2,31	2,35
	- основні робочі години - час експлуатації	-	2,18	2,20
7	Витрата пального, кг/га	-	3,4	3,5

Відстань між гніздами вимірювали за відстанню між центрами двох сусідніх насінин і становила 14,6 і 13,2 см. Ширина гнізд становила 0,63 і 0,6 см. Подовження гнізд визначалося шляхом вимірювання відстані між першою і останньою насінинами, що потрапили в гнізда, яка становила 0,6 і 0,9 см відповідно. Ці результати відповідають агротехнічним вимогам до посіву та вирощування голонасінної бавовни.

**Висновок.** За результатами проведених польових випробувань можна зробити наступні висновки: швидкість руху сівалки 1,66-2,24 м/с, кількість обертів диска 23,827,6 об/хв, висота установки в межах 9,02-9,24 см дозволяє ефективно висівати голе насіння бавовнику на заданих відстанях на необхідному рівні; при використанні пневматичної сівалки, яка точно висіває голонасінну бавовну з основними параметрами, трудові витрати знизилися на 8,5%, а прямі витрати на 1 га площі - на 2,6%, був досягнутий економічний ефект.

### Список використаних джерел

1. Ф.А. Алімова, *Серія конференцій ВГД: Науки про Землю та навколишнє середовище 1078*. 2023. №1  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1284/1/012031>
2. Л. Гафурова, О. Ергашева, М. Саїдова, *E3S Web of Conferences*. 2023.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338602005>
3. S. Tursunbaev, N. Turakhodjaev, S. Turakhujaeva, S. Ozodova, S. Hudoykulov, A. Turakhujaeva, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1076*. 2022.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1076/1/012076>
4. S. Tursunbaev, N. Turakhodjaev, S. Turakhujaeva, S. Ozodova, S. Hudoykulov, A. Turakhujaeva, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1076*. 2022. №1  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1076/1/012076>
5. T. Nodir, T. Sarvar, K. Kamaldjan, T. Shirinkhon, A. Shavkat, A. Mukhammadali, *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*. с.52-56. 2022. №11 <https://doi.org/10.17683/ijomam/issue11.7>

**Ігор ПОСВАЛЮК<sup>41</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОМБАЙНА MASSEY FERGUSON MF ACTIVA S**

***Анотація:** Стаття аналізує конструкцію і технічні особливості цієї моделі. Описано основні компоненти, такі як двигун, молотильна система, гідравліка та електроніка, які забезпечують високу продуктивність у збиранні врожаю. Розглянуто переваги, що роблять комбайн зручним у використанні, включно з інноваційними технологіями та ергономічною кабіною. Також підкреслюються аспекти ефективності та надійності техніки в різних умовах сільськогосподарських робіт.*

***Ключові слова:** двигун, трансмісія, молотильна система, гідравліка, решетний стан, система управління.*

***Annotation:** The article analyzes the design and technical features of this model. The main components, such as the engine, threshing system, hydraulics and electronics, are described, which ensure high productivity in harvesting. The advantages that make the combine easy to use, including innovative technologies and an ergonomic cab, are discussed. The article also emphasizes aspects of efficiency and reliability of the equipment in various agricultural conditions.*

***Key words:** engine, transmission, threshing system, hydraulics, sieve mill, control system.*

**Вступ.** Комбайни Massey Ferguson MF ACTIVA S — це сучасна техніка, призначена для ефективного збирання врожаю в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва. Ці комбайни поєднують у собі передові технології, інноваційні рішення та високу надійність, що робить їх одними з найпопулярніших серед фермерів по всьому світу. У статті детально розглядається будова і технічні характеристики MF ACTIVA S, включаючи його потужний двигун, ефективну молотильну систему, передову гідравліку та інтегровану електроніку, що забезпечують точність і продуктивність під час роботи. Окрім технічної сторони, увага приділяється зручності експлуатації комбайна, зокрема ергономічній кабіні з сучасними системами управління, що підвищують комфорт оператора та забезпечують легкість керування в різних умовах. Ми також проаналізуємо основні переваги MF ACTIVA S, завдяки яким цей комбайн став символом ефективності та надійності в сучасному аграрному секторі.

---

<sup>41</sup>Науковий керівник – Єленич А.П., асистент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

**Виклад основного матеріалу. Зернозбиральний комбайн MF Activa S** є сучасним рішенням для збирання врожаю, розробленим компанією **Massey Ferguson**. Ця модель поєднує у собі надійність, інноваційні технології та простоту в управлінні, що робить її ідеальною для середніх і великих фермерських господарств [1].



*Рис. 1. Загальний вигляд кабіни комбайна та розміщення органів керування*

Кабіна комбайна створена з урахуванням потреб оператора. Вона простора, з чудовою оглядовістю та зручними ергономічними елементами керування. Основні функції комбайна зручно керуються через багатофункціональний джойстик, який знаходиться під рукою водія. Це значно спрощує контроль за процесом збирання та зменшує кількість ручних дій. Система кондиціонування та звукоізоляції забезпечують комфортну роботу навіть при тривалих змінах.

Комфортне, амортизоване сидіння з регульованими параметрами підлаштовується під водія, що забезпечує зручну позу навіть під час тривалої роботи. Сидіння має налаштування по висоті, нахилу та підтримці попереку.

У кабіні є кілька відділень для зберігання особистих речей та документів, що допомагає підтримувати порядок і забезпечує легкий доступ до необхідних матеріалів.

Кабіна оснащена системою кондиціонування та обігріву, яка підтримує комфортну температуру незалежно від погоди. Це дозволяє працювати в комфортних умовах як у спекотну, так і в холодну пору року [5].



*Рис. 2. Освітлення комбайна*

**Зернозбиральний комбайн MF Activa S** обладнаний потужною системою освітлення, яка забезпечує ефективну роботу в умовах недостатнього освітлення

або вночі. Це дозволяє водію безпечно та точно виконувати всі завдання зі збору врожаю за будь-яких умов видимості.

Комбайн оснащений високоякісними робочими LED або галогеновими фарами, які забезпечують яскраве освітлення під час збирання врожаю. Вони розташовані на передній частині машини і на даху кабіни, щоб створити максимально широке поле огляду для водія. Окремі фари встановлені для освітлення жатки, що дозволяє чітко бачити процес обмолоту та збирання врожаю навіть у темний час доби. Це особливо важливо для точного контролю за станом жатки та якістю збору.

Під час вивантаження зерна освітлюється зона бункера та шнекової системи, що дозволяє оператору контролювати процес вивантаження навіть у темряві. Це допомагає уникати помилок під час розвантаження і знижує ризик втрат зерна. Додаткові фари на задній частині комбайна покращують видимість під час маневрування або роботи в складних умовах, зокрема при поворотах чи задньому русі.



*Рис. 3. Органи керування комбайна*

Органи керування комбайном Massey Ferguson MF ACTIVA S розроблені з метою забезпечення максимальної зручності та ефективності роботи оператора. Основні елементи керування включають:

1. мультифункціональний джойстик – дозволяє керувати основними функціями комбайна однією рукою. З його допомогою можна регулювати швидкість руху, положення жатки та молотильних систем, а також вмикати та вимикати ключові робочі режими;

2. цифрова панель приладів – сучасна інформаційна система, яка надає оператору всю необхідну інформацію про робочі параметри комбайна: швидкість руху, продуктивність, стан систем (гідравліки, двигуна, зернового бункера та ін.). Дисплей інтегрується з системою управління, що дозволяє здійснювати налаштування прямо з кабіни;

3. електронна система управління – інтуїтивно зрозуміла панель управління з кнопками та регуляторами для точного налаштування молотарки, ротора, жатки та інших робочих систем. Ця система дає змогу налаштовувати параметри відповідно до конкретних умов збору врожаю, забезпечуючи максимальну продуктивність і мінімальні втрати;

4. автоматична система керування жаткою забезпечує стабільність жатки на заданій висоті та оптимальне збирання врожаю на різних типах полів [4].



*Рис. 4. Джойстик*

Джойстик комбайна Massey Ferguson MF ACTIVA S є основним елементом управління багатьма ключовими функціями машини, дозволяючи оператору швидко і зручно контролювати роботу техніки.

Кожна з цих функцій організована таким чином, щоб оператор міг швидко і легко змінювати налаштування, не відволікаючись від роботи і забезпечуючи максимальну продуктивність та комфорт під час збору врожаю.

Новий інтерфейс управління для оператора зручно лежить в руці: багатофункціональний важіль PowerGrip розташований на верхній частині підлокітника, на якому розміщені всі перемикачі для найбільш часто використовуваних елементів управління. Підлокітник можна підняти і пересувається вперед для зручності водія за допомогою двох важелів на правій стороні консолі.

Правий підлокітник є центральним органом управління, на якому розташовані перемикачі клавіш і регулятор дросельної заслінки. Він оснащений великою м'якою подушкою, яка амортизує руку протягом довгого дня, забезпечуючи максимальний комфорт. Оскільки важіль рушії не повинен ковзати, це робить роботу набагато менш втомливою, ніж при звичайному розташуванні [3].



*Рис. 5. Кнопки біля екрану*

Мембранна клавіатура розташована безпосередньо на правій стороні підлокітника і використовується для управління функціями комбайна. М'які, рельєфні клавіші ведуть безпосередньо до окремих меню на терміналі TechTouch 2.





*Рис. 6. Термінал TechTouch 2*

Термінал TechTouch 2 ідеально розташований в зоні видимості і досяжності, він надає всю необхідну інформацію про продуктивність для налаштування комбайна. Сенсорний екран з чітким зображенням простий у використанні і налаштуванні.

Сепаратор MCS (Multicrop Separator) має одну унікальну особливість, яка відрізняє його від інших: можливість обертати підбарабання вгору над верхньою частиною ротаційного сепаратора, коли воно не потрібне. Увігнутість MCS переміщується електрично, не вимагаючи ніяких інструментів. Це дозволяє оптимізувати продуктивність машини в сухих умовах, зменшуючи навантаження на підбарабання і значно покращуючи якість соломи. Можна встановити повний комплект для кукурудзи, включаючи кукурудзяну жатку. Для цього в стандартну комплектацію зернової версії входить комплект для зниження швидкості подрібнювача. Або ж можна встановити універсальну увігнуту зі знімними елементами, якщо це необхідно.

Для підвищення універсальності та економії часу компанія Massey Ferguson може запропонувати опціональну секційну увігнуту жатку, яка призначена для збирання різних культур. Час переналагодження при переході від дрібного зерна до крупнонасіневих культур, таких як соя, кукурудза та соняшник, може бути завершено за лічені хвилини, а не години [2].



*Рис. 7. Молотильні барабани*

Молотильний барабан має додаткову вагу у вигляді баластних прутків для збільшення інерції за ґратами під час обмолоту качанів. Це зменшує навантаження на приводи, енергоспоживання та витрату палива.

Підбарабання має диференційовану відстань між дротами, причому задня частина підбарабання має вдвічі менше дротів, ніж передня. Цей принцип забезпечує оптимальний баланс між високою продуктивністю обмолоту та швидким проходженням зерна через підбарабання. Підбарабання, переднє і

заднє, можна регулювати з кабіни незалежно, щоб оптимізувати якість обмолоту.

Довгі солом'яні ходунки мають чотири сходинки з активними стінками! Вертикальні секції сходинок соломотряса заввишки 21 см складаються з проникних решіток. Це найвища висота для будь-якого звичайного комбайна. Передні сходинки соломотряса посилені для кукурудзи.

Профіль сита - це ключ до продуктивності башмака шейкера. Високопродуктивні сита спеціально розроблені з вертикальними мітками, які покращують просіювання і дозволяють ширше відкривати сита для більшої пропускну здатності. Практична конструкція також дозволяє одній людині легко знімати і чистити сита в перервах між просіюваннями.

Удосконалена самовирівнююча конструкція, що забезпечує повну гнучкість або просте паралельне з'єднання дозволяє без зусиль змінювати кут нахилу в польових умовах. І MF 7345, і MF 7347 доступні у версії Paralevel, ця запатентована система забезпечує вирівнювання за допомогою столу на схилах до 20% (4WD). Компоненти комбайна, як правило, призначені для роботи на рівні. Ця система довше утримує цей рівень на схилах і, отже, забезпечує роботу машини з максимальною ефективністю, збільшуючи вашу продуктивність на довший час. Частиною пакету для балансування є

Стандартна система повного приводу (опція 2WD), що забезпечує більш позитивний контроль над кермом і краще зчеплення з дорогою за будь-яких умов, роблячи роботу оператора безпечнішою [1].

**Висновок:** У висновку можна зазначити, що комбайн Massey Ferguson MF ACTIVA S є передовим рішенням для ефективного збирання врожаю в сучасному сільському господарстві. Поєднання потужного двигуна, надійної молотильної системи та інноваційної гідравліки забезпечує високу продуктивність навіть у складних умовах роботи. Система електронного управління та ергономічна кабіна роблять експлуатацію комбайна зручною і простою, що дозволяє оператору максимально зосередитися на якості виконання завдань. Завдяки своїм технічним характеристикам та інноваційним рішенням, MF ACTIVA S є оптимальним вибором для фермерів, які шукають надійну та ефективну техніку для збору врожаю.

### Список використаних джерел

1. Зернозбиральні комбайни серії MF ACTIVA S: веб-сайт. URL: [https://www.masseyferguson.com/uk\\_ua/product/combine-harvesters/mf-activa-s.html](https://www.masseyferguson.com/uk_ua/product/combine-harvesters/mf-activa-s.html) (дата звернення 20.08.2024).

2. О.М. Погорілець О.М., Пришляк В.М. Машини для збирання зернових культур: навчальний посібник. Київ. 2015. 142 с.

3. Зернозбиральні комбайни: електронний посібник. URL: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/6/6.2.htm> (дата звернення 25.08.2024).

4. Зернозбиральний комбайн: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D0%B8%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B>

(дата звернення 10.09.2024).

5. Зернозбиральні комбайни Massey Ferguson: веб-сайт. URL: <https://agrodoctor.ua/uk/content/241-zernozbiralni-kombajni-massey-ferguson> (дата звернення 20.09.2024).

**Володимир ПОТАРЖАНСЬКИЙ<sup>42</sup>**,  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет,  
Вінниця, Україна.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛА В ПІДЗЕМНИХ ПРОНИКНИХ ШАРАХ ҐРУНТУ**

***Анотація.** Акумуляція тепла в підземних проникних шарах ґрунту є однією з інноваційних технологій, що відкриває нові горизонти для збереження енергії та забезпечення енергоефективності. У контексті глобальних змін клімату та переходу на відновлювальні джерела енергії, ця технологія стає дедалі актуальнішою. Ця технологія базується на використанні природних геологічних середовищ для зберігання тепла, що дає змогу значно знизити витрати на енергію та зменшити шкідливий вплив на довкілля. Акумуляція теплової енергії у підземних проникних горизонтах є перспективним рішенням для систем обігріву та охолодження. У статті розглядаються основні принципи роботи систем акумуляції тепла в підземних горизонтах, їх ефективність, технічні рішення та потенційні переваги у різних кліматичних умовах.*

***Ключові слова:** акумуляція тепла, геотермальні системи, підземні проникний шар ґрунту, енергоефективність, відновлювані джерела енергії.*

***Annotation.** Accumulation of heat in underground permeable soil layers is one of the innovative technologies that opens new horizons for energy conservation and energy efficiency. In the context of global climate change and transition to renewable energy sources, this technology is becoming increasingly relevant. This technology is based on the use of natural geological environments for heat storage, which allows to significantly reduce energy costs and reduce the harmful impact on the environment. Accumulation of thermal energy in underground permeable horizons is a promising solution for heating and cooling systems. The article examines the basic principles of heat storage systems in underground horizons, their effectiveness, technical solutions and potential advantages in different climatic conditions.*

***Key words:** heat accumulation, geothermal systems, underground permeable*

---

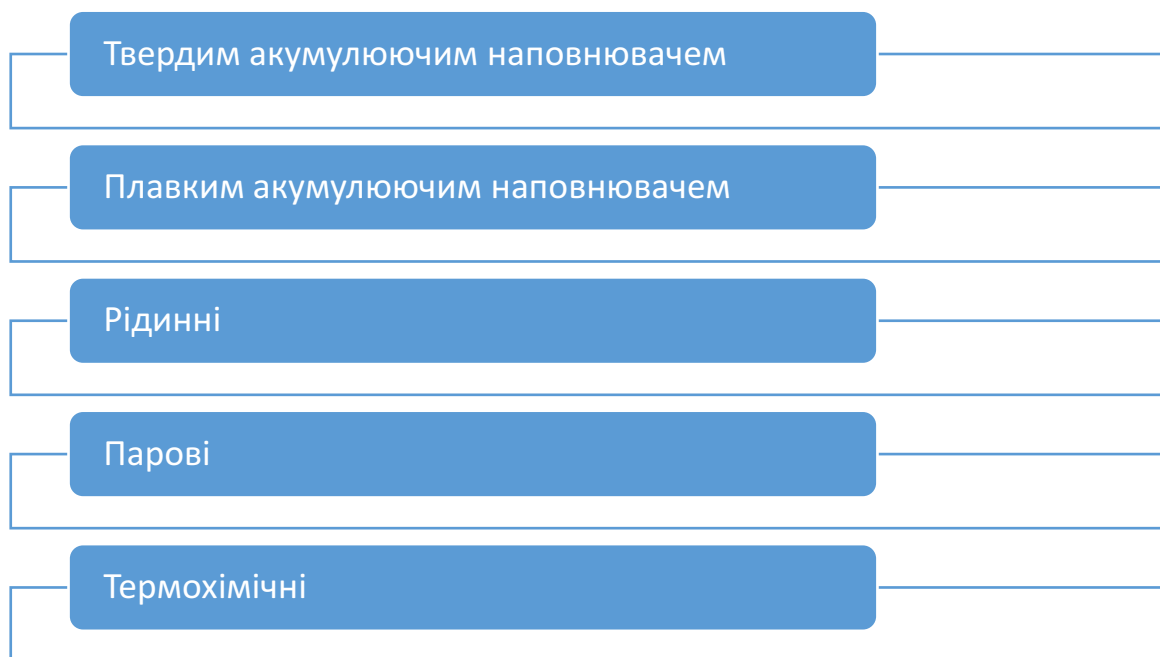
<sup>42</sup>Науковий керівник – Бабин І.А. к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

*soil layer, energy efficiency, renewable energy sources.*

**Вступ.** Зростання попиту на відновлювані джерела енергії та енергоефективні рішення для опалення та охолодження приміщень стимулює пошук нових технологій для акумулювання тепла. Одним із перспективних напрямків є використання підземних проникних горизонтів як природних теплоакумуляторів. Підземні горизонти, завдяки своїй високій тепловій інерції та здатності утримувати великі обсяги тепла, стають ефективними елементами геотермальних систем.

Основна ідея технології полягає в збереженні надлишкового тепла у підземних середовищах під час теплих періодів року та його використанні взимку. Це дає змогу значно скоротити використання традиційних джерел енергії, і оптимізувати енергоспоживання на різних етапах року.

**Виклад основного матеріалу.** Аналізуючі різні методи і способи акумуляції теплової енергії та різні технічні та конструктивні рішення можливо виділити наступні основні типи акумуляторів тепла за видом акумулюючої складової (рис.1).



**Рис. 1. Типи акумуляторів тепла за видом акумулюючої складової**

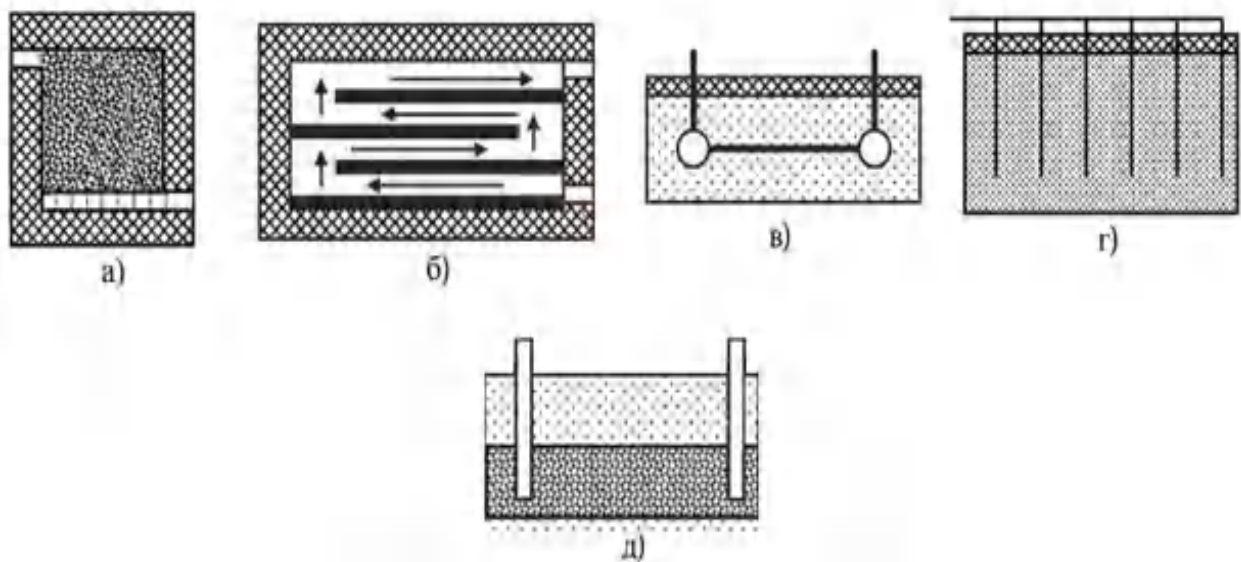
Виходячи з перелічених типових груп деякі типи можуть бути розділені за видом акумулюючої складової на рухому, нерухому та комбіновану. Нерухома акумулююча складова має, зазвичай, простішу конструкцію [1, 2].

Теплоакумулятори з рідинним теплоносієм можуть використовуватись з матрицею (наповнювачем теплоакумулятора) у вигляді пористої структури (рис.2 а), каналного типу (рис.2 б), ґрунтові з горизонтально та вертикально розташованими каналами (рис.2 в, г) та використання водоносного шару ґрунту

(рис.2 д) [2, 3].

За температурою теплоносія на виході з акумулятора поділ на : з постійною та змінною. При змінній температурі виникає потреба у додаткової системі регулювання параметрів теплоносія.

Принцип роботи акумуляції тепла у підземних горизонтах полягає у акумулюванні тепла у підземних горизонтах працюючи на основі використання геологічних формувань, які мають високу проникність і теплопровідність. Основними типами таких формувань є пористі шари ґрунту та деякі водоносні горизонти. У таких середовищах можна акумулювати тепло, що виробляється під час пікових навантажень або накопичується від зовнішніх джерел (сонячна енергія, надлишкове тепло виробничих процесів) [4].



**Рис. 2. Типи акумуляторів тепла за видом акумулюючої складової: а – теплоакумулятор з пористим наповнювачем; б – теплоакумулятор каналного типу; в – теплоакумулятор ґрунтовий з горизонтально розташованими каналами; г – теплоакумулятор ґрунтовий з вертикально розташованими каналами; д – використання водоносного шару ґрунту.**

Тепло переноситься в підземні горизонти за допомогою циркуляційної системи рідиною (водою або іншим теплоносієм), яка проходить через теплообмінники розташовані у свердловинах. Під час літнього періоду рідина нагрівається та переносить тепло в підземний шар, де воно зберігається протягом декількох місяців. В зимовий період цей акумульований запас тепла може бути забраний для обігріву будівель або промислових об'єктів.

У якості технічних рішень та конструктивних особливостей розглянемо основні елементи систем акумулювання тепла в підземних проникних горизонтах (рис. 3):

Теплообмінники, що розміщуються у свердловинах на глибині від кількох десятків до кількох сотень метрів;

Циркуляційні насоси, які забезпечують рух теплоносія між джерелом тепла

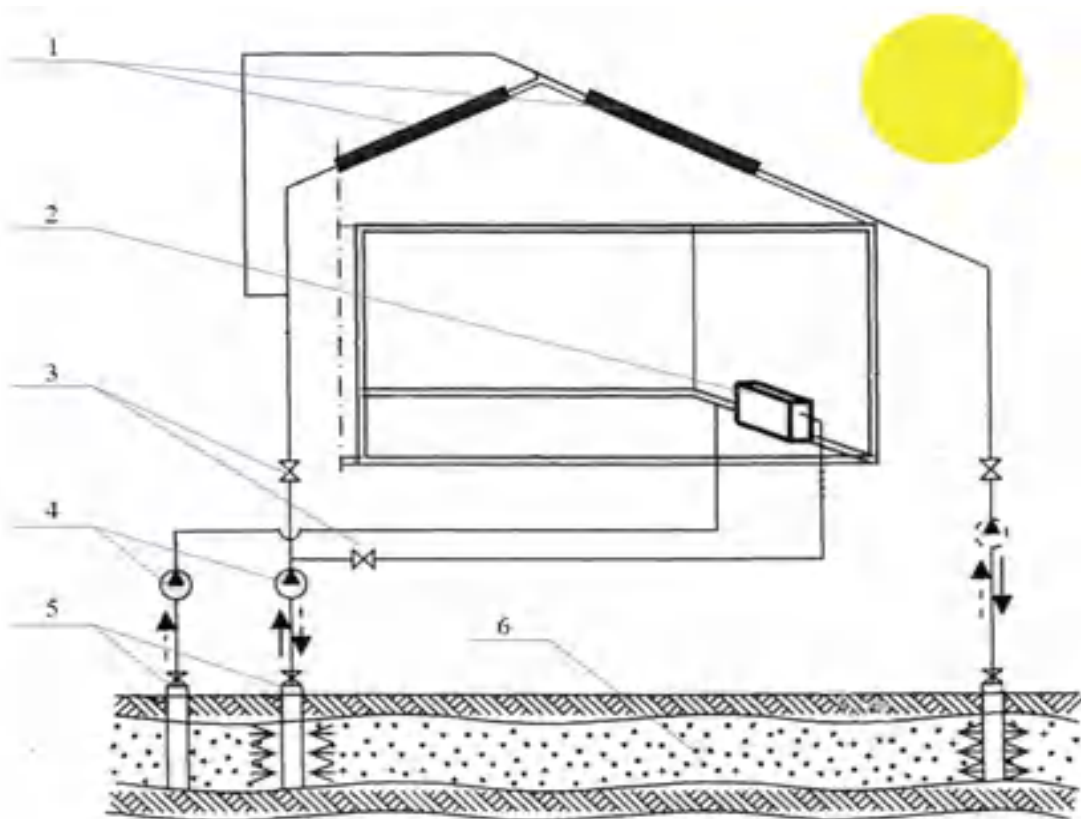
та підземним горизонтом;

Свердловини, які бурять у підземний водоносний або пористий шар ґрунту, що здатний накопичувати та передавати теплову енергію;

Моніторингові системи автоматизації, які контролюють температуру і стан теплоносія та забезпечують ефективне керування процесом акумулювання і постачання тепла.

Залежно від глибини залягання горизонту і геологічних умов, конструкція свердловин та теплообмінників може значно варіюватися. Найефективнішими є системи, в яких використовується декілька вертикальних свердловин з відповідною інфраструктурою для рівномірного акумулювання і передачі тепла.

Приклад роботи подібної системи наведений на рисунку 2. Вода з підземного проникного шару через свердловину подається насосом з початковою температурою 10 °С до сонячних колекторів, розміщених на даху будинку, де вона нагрівається до необхідної температури (65–85 °С), після чого знову закачується насосом у підземний проникний шар. Відстань між другою та третьою свердловинами забезпечує надходження теплоносія з сусідньої свердловини [5, 6]. В опалювальний сезон свердловини працюють у режимі подачі нагрітого за літній період теплоносія, тобто в зворотному режимі. Нагрітий теплоносій із температурою 65–85 °С насосом подається в систему опалення приміщення, де віддає тепло в навколишнє середовище.



**Рис. 2. Схема роботи підземного акумулятора:**

**1 – сонячні колектори та панелі; 2 – опалювальний прилад; 3 – система запірної арматури; 4 – насосне обладнання; 5 – свердловини для видобутку та закачування води; 6 – підземний шар ґрунту з властивостями акумуляції тепла.**

Основні переваги використання акумуляторів у підземних ґрунтових проникних шарах це підвищення енергоефективності систем, довговічність, універсальність та забезпечення екологічності процесів.

Акумулювання тепла у підземних проникних шарах ґрунту дає можливість зберігати значні обсяги тепла з мінімальними втратами, забезпечуючи стабільне опалення протягом зимового періоду. Це дозволяє скоротити витрати інших ресурсів та використання енергоносіїв до 70% у порівнянні з традиційними системами опалення [7]. Оскільки системи акумулювання тепла використовують відновлювані джерела енергії (сонячну енергію, тепло землі), вони суттєво зменшують викиди парникових газів та інші негативні впливи на навколишнє середовище.

Підґрунтові системи мають тривалий термін експлуатації - понад 50 років і більше. Основні елементи систем, розташовані під землею, захищені від атмосферних впливів та потребують меншої кількості втручань на обслуговування. Важливим фактором переваги систем акумулювання тепла у підземних ґрунтових проникних шарах – можливість використання в різних кліматичних зонах, як для приватних, так і для промислових об'єктів. Висока ефективність не лише для опалення, а й для охолодження приміщень у літній період.

Перспективами розвитку та удосконалення акумуляторів тепла в підземних проникних шарах ґрунту є ряд викликів, пов'язаних в першу чергу із впровадженням та технологічністю систем. Це відображається на вартості первинного буріння свердловин та монтажу системи.

Для акумулювання та потім через певний час використання тепла існує потреба у точному інженерному проектуванні та розрахунку, який має враховувати місцеві геологічні умови та вихідні показники споживання теплової енергії об'єкта. Правильне й уміле геологічне вивчення місцевості є важливим та дає змогу дати висновок, що до придатності територій до акумулювання.

Однак розвиток технологій буріння, зниження вартості обладнання та зростання попиту на відновлювані джерела енергії створюють перспективи для масового впровадження цих систем у майбутньому.

**Висновки.** Акумулювання тепла в підземних проникних горизонтах є одним із найбільш ефективних рішень для зберігання та використання теплової енергії. Це технологія, яка поєднує енергоефективність, екологічність та тривалу експлуатацію, забезпечуючи надійний та економічно вигідний спосіб опалення і охолодження. Системи акумулювання тепла мають величезний потенціал для впровадження у різних сферах — від приватних домогосподарств до великих промислових комплексів.

### Список використаної літератури

1. Іваненко О.М. Використання підземних теплоакумулюючих систем у будівництві. Львів: Вид-во ЛНУ. 2018. 148 с.
2. Сидоренко А.П. Теплові акумулятори в системах тепlopостачання. Дніпро: Моноліт. 2020. 198 с.

3. Власенко Н.Є. Ефективність підземних акумуляторів тепла в умовах сучасних енергетичних потреб. *Енергетика України*. №3. 2021. С. 45-51.

4. Клименко Т.Л. Підземні теплові акумулятори та їх вплив на екологію ґрунтів. *Екологічний вісник*. №2. 2022. С. 27-35.

5. Захарченко Р.О. Сонячна енергетика та підземні акумулятори тепла: сучасні підходи та перспективи. Київ: Техніка і наука. 2023. 274 с.

6. Шевченко Л.М. Теплові акумулятори для підземних теплообмінників: моделі та розрахунки. *Одеський науковий вісник*. №4. 2021. С. 59-64.

7. Технології зберігання та використання теплової енергії у будівлях. *Сучасні енергетичні системи*. №1. 2020. С. 88-95.

**Микола ТКАЧ<sup>43</sup>,**

студент 3 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

## **ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНИХ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРИМІЩЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

***Анотація.** Використання відновлюваних джерел енергії в енергозабезпеченні службових приміщень сільськогосподарського призначення є важливим кроком у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва та зменшенні негативного впливу на довкілля. Важливу роль у цьому процесі можуть відігравати повітряні геотермальні системи зондового типу для забезпечення ефективного та стабільного обігріву і охолодження будівель, що використовуються у сільському господарстві.*

***Ключові слова:** геотермальна енергія, зондові системи, енергоефективність, відновлювальні джерела енергії, повітряні системи обігріву.*

***Annotation.** The use of renewable energy sources in the energy supply of agricultural service premises is an important step in increasing the efficiency of agricultural production and reducing the negative impact on the environment. An important role in this process can be played by probe-type air geothermal systems to ensure efficient and stable heating and cooling of buildings used in agriculture.*

***Keywords:** geothermal energy, probe systems, energy efficiency, renewable energy sources, air heating systems.*

---

<sup>43</sup>Науковий керівник – Луц П. М к.т.н., старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.



**Вступ.** В умовах зростаючого попиту на енергоефективні рішення для обігрів та охолодження будівель, геотермальні системи стають дедалі популярнішими. Геотермальні системи зондового типу використовують тепло землі як джерело енергії, забезпечуючи стабільний та ефективний обігрів та охолодження приміщень. Цей підхід ґрунтується на тому, що температура ґрунту залишається відносно стабільною на глибині протягом року, що робить його ідеальним середовищем для обміну теплом.

Геотермальні технології використовують теплову енергію накопичену в шарі ґрунту, яка постійно поповнюється завдяки внутрішній теплоті Землі та додатково підживлюється сонячним випромінюванням і опадами. У нашому кліматі температура ґрунту на глибині понад 10 метрів стабільно тримається в межах 8-12°C протягом року. Такий температурний рівень є оптимальним для енергоефективного обігрів приміщень за допомогою теплових насосів, а також для природного охолодження. Сучасні теплові насоси здатні використовувати геотермальну енергію для перетворення однієї кіловат-години електроенергії на чотири і більше кіловат-години тепла. Завдяки застосуванню геотермальних теплових насосів можна суттєво знизити споживання викопного палива та значно скоротити викиди CO<sub>2</sub> [1].

Системи зондового типу, в яких теплообмінники занурюють у вертикальну свердловину є одним з найефективніших способів використання геотермальної енергії. Вони особливо корисні в місцевості з обмеженими можливостями по встановленню горизонтальних теплових насосів.

**Виклад основного матеріалу.** Якщо розглядати ґрунтові теплообмінники для перетворення енергії з ґрунту, то їх можливо поділити за трьома основними видами залежно від їх принципу дії та на чотири, залежно від конструкційних особливостей.

За принципом дії теплообмінники використовуються рідинні, повітряні та комбіновані. Рідинні теплообмінники мають теплоносій у вигляді рідини (найчастіше антифриз або вода), яка циркулює через закопані труби і обмінюється теплом з ґрунтом. Повітряні теплообмінники для передачі тепла використовують повітря. Циркуляція повітря виконується через систему труб, які закопані у ґрунт. Воно охолоджується або нагрівається залежно від температури ґрунту [2].

У комбінованих теплообмінниках використовується комбінація рідини і повітря у системах трубопроводів, де один контур передає тепло через рідину, а інший через повітря або інший теплоносій.

Ці види ґрунтових теплообмінників різняться за ефективністю, складністю монтажу і можливостями адаптації до різних умов експлуатації.

Класифікуючи теплообмінники залежно від конструкційних особливостей виділено (рис. 1):

Горизонтальні, в яких труби укладаються горизонтально на певній глибині на 0,2-0,4 м нижче рівня промерзання ґрунту, де температура коливається від 0 до 15°C. Труби встановлюються змійкою на відстані 1-1,5 м одна від іншої. у ґрунті. Теплообмін відбувається через труби, які передають тепло від ґрунту до

теплоносія.



*Рис. 1. Ґрунтові теплообмінники для геотермальних систем з різними типами колекторів.*

Вертикальні теплообмінники мають розміщення трубопроводів у свердловинах на глибину від 10 до 200 метрів. Вертикальні зондові системи використовують стабільну температуру ґрунту на великих глибинах. Підходять для малих ділянок, оскільки не потребують великої площі.

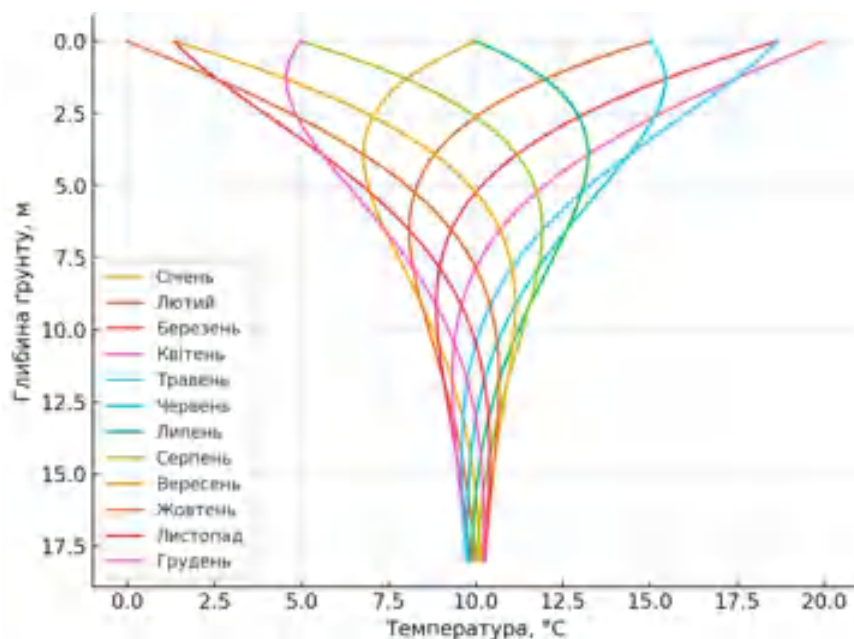
Спіральні (спіральні або коаксіальні) теплообмінники мають труби розміщені у формі спіралі або в коаксіальному варіанті і зазвичай укладаються у менших свердловинах порівняно з вертикальними зондами. Ефективні для обмеженого простору, менша потреба у глибинному бурінні.

Теплообмінники для водойм та ґрунтових вод використовують теплоту водойм або ґрунтової води як джерело енергії. Вода закачується у теплообмінник, де відбувається передача тепла. Мають дуже високий коефіцієнт корисної дії, адже вода має вищу теплопровідність, ніж ґрунт, але необхідність у наявності та якості підземних водних запасів [3, 4].

Розрахунок необхідної площі встановлення труб залежить від типу ґрунту та необхідної кількості тепла. Є необхідність опускати нижче за рівень з стабільною річною температурою. Для зменшення зовнішньої площі системи, що займається під теплообмінники використовують вертикальні зондові системи найефективніше спіральні або коаксіальні.

У процесі аналізу та проектування геотермальної системи обігріву або охолодження зручно користуватися графіком температурного профілю ґрунту на різних глибинах протягом року (рис. 2), який є важливим інструментом. Він дозволяє визначити, на якій глибині температура ґрунту залишається стабільною, що критично для підвищення енергоефективності таких систем. Ці дані допомагають оптимізувати роботу теплових насосів, знизити споживання енергії, а також забезпечити стабільний мікроклімат у приміщеннях протягом

року, зменшуючи залежність від викопного палива для приміщень як загального призначення, так і сільськогосподарського [3].



*Рис. 2. Графік температурного профілю ґрунту по місяцях на різних глибинах ґрунту.*

Графік демонструє залежність температурного профілю ґрунту на різних глибинах у кліматичній зоні Вінницької області по місяцях року. Температура коливається й за графіком наглядно прослідковуються її зміни на різних рівнях глибини.

Основні принципи роботи геотермальних систем зондового типу базуються на використанні трубопроводів, що занурюються у ґрунт на значну глибину (від 10 до 200 метрів). У трубах циркулює рідина або повітря, яка поглинає або передає тепло від ґрунту до системи обігріву або охолодження будівлі. Системи можуть працювати у двох режимах: обігрів взимку та охолодження влітку, забезпечуючи тим самим круглорічне використання.

Як приклад сучасної конструкції геотермального зонду є вироблений фірмою Frank (рис. 3). Особливість їх виробу є у наявності U-подібного профілю та двох- або чотирьох трубне виконання конструкції. U-подібний профіль, це вибите під високим тиском з'єднання з поліетилену ПЕ-100 згідно стандарту. Строк служби такої конструкції перевищує 50 років.



*Рис. 3. Геотермальний зонд виробництва фірми Frank.*

Для ефективної роботи геотермальних зондів необхідно ретельно підбирати їх кількість і довжину, а також професійного виконання бурових робіт (рис. 4). Враховуючи дані про ґрунтовий профіль і гідрогеологічні умови, можна визначити питому теплову потужність (у ватах на метр зонда), з урахуванням кількості годин роботи на рік [5].



*Рис. 4. Приклад встановлення геотермального зонд виробництва фірми Frank.*

Ці показники, разом із запланованою тепловою потужністю теплового насоса, допомагають розрахувати необхідну кількість і довжину зондів. Енергетична потужність одного метра вертикального ґрунтового зонда становить від 30 до 75 Вт. Максимальна глибина свердловин і кількість зондів залежать не тільки від характеристик ґрунту, але й від рівня підземних вод. Щоб уникнути взаємного впливу зондів, рекомендується залишати мінімальну відстань між ними не менше 4 метрів. При зростанні глибини буріння (понад 50 метрів), через можливі відхилення свердловини від вертикалі, відстань між зондами повинна бути збільшена до 6-8 метрів. [1].

Повітряні геотермальні системи зондового типу на відміну від систем рідинного типу, спроможні використовувати низку важливих переваг. Зокрема основними перевагами використання повітряних геотермальних систем є:

Енергоефективність у порівнянні з традиційними системами обігріву або охолодження, які використовують викопне паливо або працюють на електроенергії, геотермальні зондові системи можуть зменшити витрати на енергію до 70%. Мають високий коефіцієнт ефективності [6, 7].

Однією з ключових переваг геотермальних систем є їх екологічність. Системи не спалюють велику кількість палива і не викидають в атмосферу шкідливих речовин. Це сприяє зменшенню викидів парникових газів, що є особливо актуальним в контексті боротьби зі зміною клімату.

Надійність та тривалий термін експлуатації геотермальних зондів, оскільки більша частина обладнання розміщується під землею, де вони захищені від зовнішніх впливів. Термін експлуатації геотермальних зондів може становити понад 50 років, а наземні теплові насоси зазвичай працюють до 20-25 років.

Повітряні геотермальні зонди взагалі не потребують необхідності у таких насосах, тільки теплообмінне обладнання з низькими експлуатаційними витратами. Обслуговування системи зазвичай полягає в періодичному технічному огляді та контролі стану зондів.

**Висновки.** Повітряні геотермальні системи зондового типу мають численні переваги, серед яких: висока енергоефективність, низькі викиди парникових газів, тривалий термін експлуатації та універсальність у різних кліматичних умовах. Завдяки цим властивостям такі системи стають дедалі популярнішими як у комерційних будівлях, так і у виробничих приміщеннях сільськогосподарського призначення, сприяючи розвитку екологічно чистих технологій та зменшенню залежності від викопного палива.

### Список використаної літератури

1. Геотермальні системи Frank. *Сахара*: веб-сайт. URL: <https://сахара.ua/obladnannia-heothermalni-systemy-heothermalni-systemy-frank-heothermalnyi-zond> (дата звернення 16.09.2024).
2. Геотермальні електростанції: переваги та недоліки. *Avenston прискорюючи перехід до чистої енергетики*: веб-сайт. URL: <https://avenston.com/articles/geothermal-pp-pros-cons/> (дата звернення 17.09.2024)
3. Веселовська Н.Р., Луц П.М. Переваги використання гідропонних установок циліндричної форми з автоматизованим процесом вирощування. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 2 (109). С. 62-71.
4. Переваги геотермальної енергії для приватних будинків та бізнесу. *Акваторія інженерно геологічна компанія*: веб-сайт. URL: <https://aquatoria.kiev.ua/bloh/alternatyvna-enerhetyka/2674-perevagi-geothermalnoji-energiji-dlya-privatnikh-budinkiv-ta-biznesu-u-kijivskij-oblasti> (дата звернення 18.09.2024).
5. Шовкалюк Ю. В., Шовкалюк М. М. Використання теплових насосів у теплопостачанні. *Нова тема*. 2007. №3. С. 24 – 27.
6. Smith, J. P. *The impact of ground source heat pumps on the energy efficiency of agricultural buildings* [PhD Dissertation]. University of Nottingham. 2015.
7. Geothermal Resources Council. *Geothermal Energy and Agriculture* : веб-сайт. URL: <https://geothermal.org> (дата звернення 17.09.2024).

**Андрій ВАХНЕНКО<sup>44</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ДОЗУЮЧИХ СИСТЕМ ПОДАЧІ НАСІННЯ ПНЕВМО-ВАКУУМНИМ ВИСІВНИМ АПАРАТОМ**

***Анотація:** У роботі проведено огляд літературних джерел, схемних рішень та патентної інформації про висівні апарати сівалок точного висіву. Посівні комплекси сівалок даного типу отримали широке розповсюдження завдяки своїм технічним характеристикам. Проведений аналіз конструкцій висівних апаратів сівалок точного висіву виявив ряд недоліків та показав наявність відхилень їх якісних показників від встановлених вимог по функціонуванню даних систем.*

***Ключові слова:** дозуючі системи, пневмо-вакуумний висівний апарат, подача насіння, точність висіву, рівномірність посіву, конструкція дозуючих систем, агротехнології.*

***Annotation:** In this paper, a review of literature sources, circuit solutions and patent information on precision seed drills. Sowing complexes of seeders of this type have become widespread due to their technical characteristics. The analysis of the designs of seed drills of precision seeders revealed a number of shortcomings and showed the presence of deviations of their quality indicators from the established requirements for the functioning of these systems.*

***Key words:** metering systems, pneumatic-vacuum sowing machine, seed supply, sowing accuracy, uniformity of sowing, design of metering systems, agricultural technologies.*

**Вступ.** Просапні культури - це сільськогосподарські рослини, яким для оптимального росту й розвитку потрібні більші площі харчування (ширина міжрядь 45-90 см), міжрядна обробка ґрунту для знищення бур'янів і т.д. Вони згруповані в одну категорію по способу оброблення, що обумовлює їхнє вплив на ґрунт і на подальші врожаї наступних культур.

Просапні культури поділяються на: зернові (кукурудза, просо, сорго, гречка), кормові (картопля, кормова капуста) і технічні (соняшник, рицина, цукровий буряк, бавовник) культури [1,2].

Соняшник - основна олійна культура України. Його масло використовують при виготовленні хлібних і кондитерських виробів, маргарину та консервів. Нижчі сорти соняшника застосовуються в лакофарбовій, миловарній і інших галузях промисловості, а також при виробництві лінолеуму, водонепроникних

---

<sup>44</sup>Науковий керівник: Шаргородський С.А., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

тканин, поліетилену і т.д. У результаті переробки насіння соняшнику одержують такі продукти, як макуха й шрот, що є коштовним високобілковим кормом [3].

Кукурудза - просапна культура багатопільового використання. З її зерна одержують крохмаль, борошно, крупу, етиловий спирт, цукор, патоку, масло, вітамін Е, глюкозу, аскорбінову кислоту, консерви, попкорн і ін. З листів, стебел і качанів роблять активоване вугілля, пластмасу, лінолеум, віскозу і т.д. [3].

Одним з найважливіших процесів, що виявляють вплив на врожайність будь-якої сільськогосподарської культури є посів, який для просапних культур здійснюється сівалками точного висіву (просапними сівалками) [4]. Велика увага приділяється точності посіву з погляду рівномірності розподілу насіння по площах харчування, яка визначається якістю їх дозування висівними апаратами сівалок точного висіву [1]. Згідно досліджень за рахунок рівномірного розподілу насіння просапних культур можна підняти їх врожайність на 20% [5].

В останні роки виконуються дослідження з підвищення рівномірності розподілу насіння просапних культур пневмо-вакуумними висівними апаратами. Висівні апарати просапних сівалок, що випускаються вітчизняними виробниками, здійснюють якісний висів насіння при усереднених режимах роботи [4]. Однак при збільшенні швидкості посіву суттєво зростає наявність нульових і подвійних подач насіння дозуючими елементами висівного диска, що негативно впливає на якість посіву, тому що при пропусках частина площі поля залишається не засіяною, а при двійниках рослини недоодержують вологи й через зменшення площі харчування, сонячної радіації і т.д., у зв'язку із чим їх урожайність знижується приблизно на 20..35% [2].

На частоту появи подвійних і нульових подач насіння у значній мірі впливає конструкція й параметри скидача «зайвого» насіння.

У зв'язку із цим дослідження процесу подачі пневмо-вакуумними висівними апаратами з метою визначення його раціональних параметрів, що дозволяють виключити додаткову появу нульових подач і знизити частоту подвійних подач, є актуальним напрямком наукової роботи.

**Виклад основного матеріалу.** Посів є одним з найважливіших етапів у комплексі механізованих робіт з оброблення просапних культур. При посіві створюються необхідні умови для їхнього подальшого вирощування і одержання високих урожаїв. Посів просапних культур проводиться сівалками точного висіву (просапними сівалками) [3].

Головними вимогами до посіву є: своєчасність по агротехнічних строках, висів заданої норми насіння на необхідну глибину, мінімальне ушкодження посівного матеріалу і рівномірність розподілу у рядку, яка забезпечується висівними апаратами сівалки за рахунок чітко сформованих потоків насіння [4].

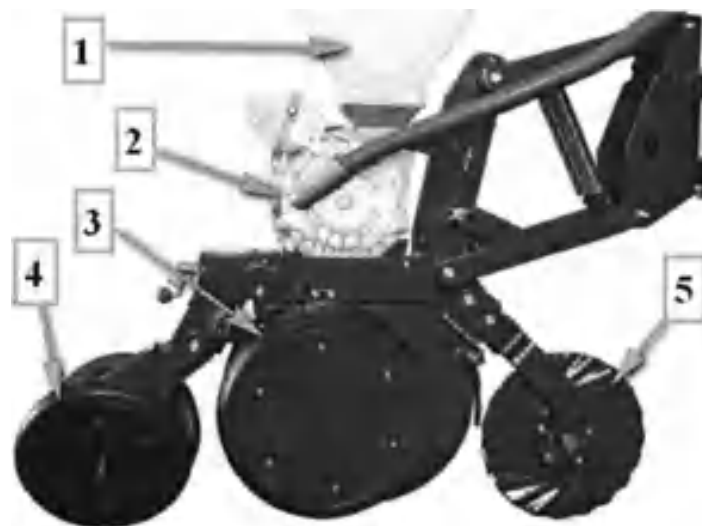
Сівалки точного висіву різняться типом дозуючих систем, продуктивністю, універсальністю, надійністю і точністю виконання робіт. Повсюдно впроваджуються засоби електронного керування й контролю над виконанням робочих операцій. На ринку з'явилися сівалки, здатні працювати на швидкості до 15 км/год. Поширення здобувають безступінчасті приводи висівних апаратів.

Характерною ознакою висівних апаратів, призначених для поштучного або

групового дозування насіння просапних культур, сівалок точного висіву різних фірм-виробників є принцип дозування насінного матеріалу. Дозуючі системи можуть бути наступних типів: пневмо вакуумні (вакуумні), надлишкового тиску і механічні.

У нашій країні найбільшим попитом користуються 8 і 12 рядні сівалки, агрегатуємі із тракторами класу 1,4-2. Слід помітити, що самими недорогими, простими в ремонті, ходовими серед споживачів для посіву є сівалки вакуумного типу саме вітчизняного виробництва.

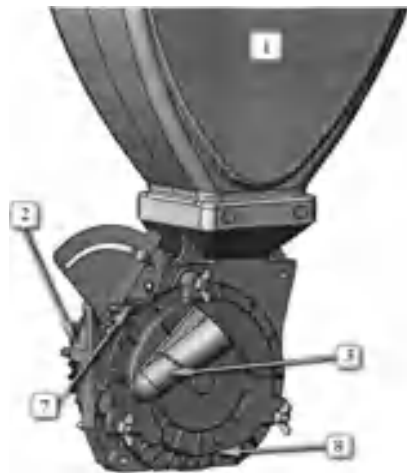
Оскільки в Україні найбільшого поширення одержали пневмо вакуумні висівні апарати сівалок точного висіву, розглянемо принцип дії комплексу GALAXI-6 [2], обладнаного пневмо вакуумною дозуючою системою подачі насіння просапних культур (рис. 1).



*Рис. 1. Посівна секція посівного комплексу GALAXI-6: 1 - бункер для насіння; 2 - висівний апарат; 3 - копіююча ковзанка; 4 – накочуюча ковзанка; 5 - диск прорізний.*

Принцип дії пневмо вакуумного висівного апарата сівалки Вега 8 полягає в наступному. Насіння з бункера 1 (рис. 2) надходять у насінну камеру 2, де під дією розрідження, створюваного у вакуумній камері 3 відцентровим вентилятором, присмоктують до дозуючих елементів 4 висівного диска 5 (рис. 3), розташованого між насінній 2 і вакуумної 3 камерами (рис. 2). Для усунення ущільнення й зависання насіння у насінній камері висівного апарата на висівному диску 5 є ворошилка 6 (рис. 3). У міру обертання висівного диска насіння, захоплені дозуючими елементами, виносяться з насінної камери 2 (рис. 2) і надходять у зону видалення «зайвого» насіння, де під впливом скидача 7 у дозуючих вічках залишаються тільки основні насіння. Після чого насіння, що залишилися, транспортуються в зону скидання 8, де подача вакууму припиняється й вони під дією власної ваги падають у сошник і укладаються в борозну. Разом з насінням що висівається, в сошник подаються мінеральні добрива, які вносяться окремо від насіння [2].



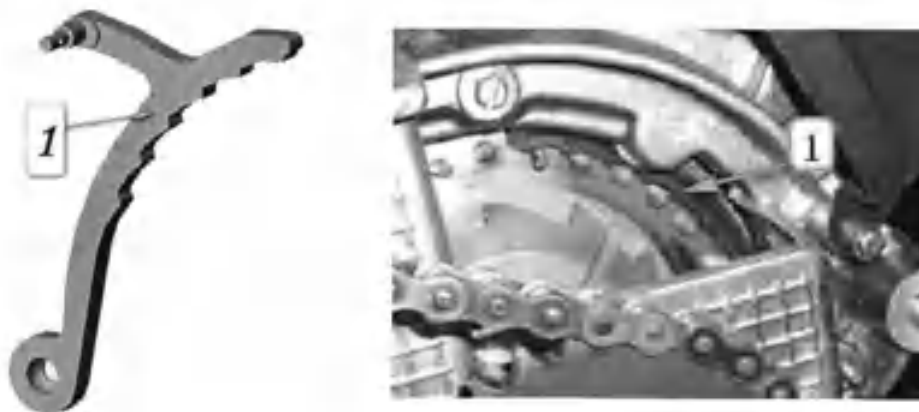


*Рис. 2. Висівний апарат сівалки Вега 8*



*Рис. 3. Висівний диск із ворошилкою сівалки Вега 8*

Слід зазначити, що якісний однонасінний висів просапних культур пневмо вакуумним висівним апаратом універсальної сівалки Вега 8, і аналогічних їй, можливий тільки за умови надійного захоплення насіння дозуючими елементами і оптимальному налаштуванню скидача «зайвого» насіння 1 (рис. 4).



*Рис. 4. Скидач «зайвого» насіння сівалки Вега 8*

При посіві насіння просапних культур пневмо вакуумними висівними апаратами дозуючими елементами висівного диска з насінної камери крім основного насіння виносяться «зайві» насіння, які присмоктують до отворів (щілин), утворених поверхнею основного насіння й крайкою гнізда. Тому для формування однонасінної подачі необхідне видалення «зайвого» насіння.

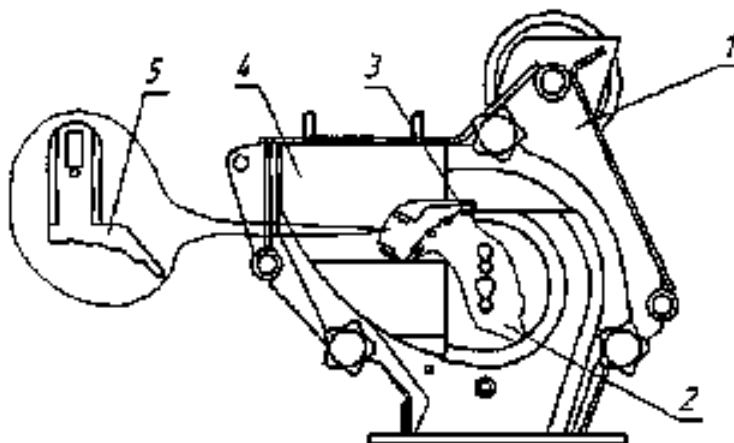
Пневматичні скидачі «зайвого» насіння працюють на принципі здування, застосовуються в пневматичних апаратах з дозуючими елементами і підрозділяються на [1]:

- 1) постійної дії сопла, що різняться по діаметру, розташуванні сопла і тиску повітря в ньому;
- 2) пульсуючого дії, що відрізняються діаметром сопла, розташуванню сопла, тиску повітря в соплі і частотою пульсацій.

Однак, механічні скидачі «зайвого» насіння суттєво спростили конструкцію пневмо вакуумного висівного апарата. Механічні скидачі бувають пасивної й активної дії [5]. Скидачі пасивної дії підрозділяються на вильчасті, штифтові, фрикційні, східчасті, пилкоподібні, пластинчасті, гребінчасті, клиноподібні і т.д.

Механічні скидачі активної дії виконані у вигляді обертових щіток, металевих і покритих резиною роликів. Ролики скидачів різняться шорсткістю, розмірами і частотою обертання [1].

У висівному апараті просапної сівалки МС-8 (рис. 5), для формування однонасінної подачі використовується плоский скидач «зайвого» насіння 5 з пилкоподібними виступами.



*Рис. 5. Пневмо вакуумний висівний апарат сівалки МС-8: 1 - корпус апарата; 2 - висівний диск; 3 - дозуючий елемент; 4 - насінна камера; 5 - скидач «зайвого» насіння*

Що тоді залишилося в аеродинамічному полі гнізда 9 основне насіння 11 здійснює щодо центру дозуючих елементів періодично повторювані зворотно-поступальні рухи, а в просторі робочої поверхні виступів - криволінійний рух.

**Висновки.** З вищевикладеного матеріалу, можна зробити заключення, що на українському ринку сільськогосподарської техніки основні фірми - виробники від загального числа моделей просапних сівалок пропонують близько 77% сівалок точного висіву із пневмо-вакуумною системою дозування насіння, із системою надлишкового тиску - близько 6% і з механічною системою - близько 17%.

При цьому недорогими, простими в ремонті і звичними споживачеві для посіву вважаються сівалки вакуумного типу вітчизняного, білоруського або українського виробництва. Однак якісний однонасінний висів посівного матеріалу сівалками даного типу можливий тільки за умови надійного захоплення насіння дозуючими елементами й оптимальному настроюванню скидача «зайвого» насіння.

### **Список використаних джерел**

1. Журавльов, Б.І. Дослідження пневматичних висівних апаратів для точного висіву насіння. *Трактори й сільськогосподарські машини: посібник*. №9. 2001. С. 21 - 24 (дата звернення 01.01.2024).
2. Каталог сільськогосподарської техніки «Червона Зірка»: веб-сайт. URL: [http://www.chervonazirka.com/content/pdf7all\\_ru.pdf](http://www.chervonazirka.com/content/pdf7all_ru.pdf). (дата звернення 15.08.2024).
3. Любін М.В., Цуркан О.В., Токарчук О.А. Визначення довговічності полімерних матеріалів при транспортуванні сільськогосподарських вантажів: наукова стаття. ХНТУ ім. Петра Василенка. Вип. 100. 2010. С. 215–222 (дата звернення 25.08.2024).
4. Сівалка МС-8 (базова модель): посібник з експлуатації. Кропивницький. 2011. 52 с. (дата звернення 31.08.2024).
5. Сівалки точного висіву Maschinenfabrik SCHMOTZER: веб-сайт. URL: [http://www.schmotzer.de/SCH\\_NEU/Prospekte/RU/SCHMOTZER\\_Einzelkomsaemaschttp.pdf](http://www.schmotzer.de/SCH_NEU/Prospekte/RU/SCHMOTZER_Einzelkomsaemaschttp.pdf) (дата звернення 10.09.2024).
6. Іванов М.І., Руткевич В.С Колісник О.М., Лісовий І.О. Дослідження впливу параметрів блочно-порційного сепаратора на діапазон регулювання швидкості робочих органів. *ІНМАТЕХ - Сільськогосподарське машинобудування*: науковий журнал. Вип. 57(1)2019. С. 37–44 (дата звернення 24.09.2024).
7. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика: науковий журнал*. №1(39). 2013. С. 91–96 (дата звернення 13.08.2024).
8. Серета Л.П., Руткевич В.С., Зінев М.В. Дослідження математичної моделі гідроприводу сегментно-пальцевої косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*: науковий журнал. №1(100). 2018. С. 111–123 (дата звернення 02.10.2024).

**Юлія ЗЕЛІНСЬКА<sup>45</sup>**,  
студентка 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ, ВИКОРИСТОВУВАНИХ ДЛЯ ВИСІВУ ВАЖКОСИПУЧИХ НАСІННИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Анотація:* У статті проаналізовано конструкції висівних апаратів, призначених для висіву важкосипучих насінневих матеріалів. Розглянуто

---

<sup>45</sup>Науковий керівник: Шаргородський С.А., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

*технічні особливості різних типів апаратів та їх вплив на рівномірність і якість висіву. Визначено переваги та недоліки конструкцій, а також можливості їх удосконалення. Отримані результати можуть бути використані для підвищення ефективності сільськогосподарських технологій та оптимізації процесу висіву важкосипучого насіння.*

**Ключові слова:** висівні апарати, рівномірність висіву, технічні рішення, удосконалення висівних апаратів, точність висіву, насінні матеріали, ефективність висіву

**Annotation:** *The article analyzes the designs of sowing machines designed for sowing hard-to-sow seeds. The technical features of different types of machines and their influence on the uniformity and quality of sowing are considered. The advantages and disadvantages of the designs, as well as the possibilities of their improvement, are determined. The obtained results can be used to improve the efficiency of agricultural technologies and optimize the process of sowing hard-to-sow seeds.*

**Key words:** *sowing machines, uniformity of sowing, technical solutions, improvement of sowing machines, sowing accuracy, seed materials, sowing efficiency*

**Вступ.** Селекційний процес виведення нових сортів є початковим і одним з найважливіших етапів виробництва сільськогосподарської продукції. Його мета полягає в створенні нових сортів і гібридів рослин. При цьому необхідно враховувати особливості селекційного виробництва, що впливають на організацію технології вирощування культур і вимоги, пропоновані до техніки для її реалізації [1, 2].

Завдання забезпечення аграрної галузі високоврожайними сортами, відображені в державній програмі розвитку сільського господарства, де передбачений ряд заходів по розвитку елітного насінництва.

Реалізація потенціалу бобових культур базується на адаптації технології оброблення до біологічних особливостей видів рослин і до природно-кліматичних умов конкретного регіону, які не завжди сприятливі [2].

Однією з причин підвищеної втрати насіння бобових трав, є потреба у великій кількості вологи для набрякання та проростання, у випадку якщо вологи недостатньо, спостерігається тривала затримка сходів і безповоротна втрата частини висіяного насіння, що приводить до зниження врожайності [2].

Частково розв'язати проблему недоліку вологи в початковий період росту можливо за рахунок посіву замоченим насінням, при цьому слід враховувати зміну їх фізико-механічних властивостей [3]. Так у результаті замочування насіння здобувають властивість зв'язаності, переходячи в категорію важко сипучих, що ускладнює роботу висівних апаратів існуючих посівних машин.

У зв'язку із цим дослідження спрямовані на підвищення якості посіву замоченого насіння бобових трав є актуальним завданням, що має важливе значення й потребує наукового вивчення.

**Виклад основного матеріалу.** Найбільш повне розкриття потенціалу насінного матеріалу прямо залежить від рівномірності розподілу насіння по площі

живлення, що забезпечує максимальний доступ до ґрунтових ресурсів, це особливо актуально в селекційному виробництві, де ведеться робота зі створення нових сортів. Рівномірність поздовжнього розподілу насіння більшою мірою визначається роботою висівного апарата, одного із самих відповідальних механізмів сівалки. Він формує вихідний потік посівного матеріалу із закладеними параметрами рівномірності, які зберігаються, або поліпшуються системою транспортування насіння [3].

Висівні апарати для рядового посіву насіння трав повинні забезпечувати: рівномірне дозування у всьому діапазоні норм висіву з мінімальною нерівномірністю й максимальною стійкістю, відсутність ушкодження насінного матеріалу, простота регулювання норми висіву [4].

Більшість існуючих висівних пристроїв досить успішно висівають сухі-повітряно-сухі сипучі насіння, однак у силу різко мінливих кліматичних умов убік посушливості, виникає необхідність у проведенні посівних робіт замоченим насінним матеріалом. Відмінною рисою насіння, що пройшли обробку замочуванням, від повітряно-сухих насіння є зміна фізико-механічних властивостей їх, що відносять, до важкосипучих посівних матеріалів. Це є основною проблемою при дозуванні замоченого насіння висівними пристроями.

З метою вдосконалювання конструкцій існуючих і створення нових висівних апаратів для висіву важко сипучих посівних матеріалів необхідно провести аналіз і систематизувати відомі Висівні апарати. Розроблена в результаті аналізу класифікаційна схема, представлено на рис. 1.

По способу дозування висівні пристрої можна підрозділити на апарати індивідуального, групового та центрального дозування. Висівні апарати центрального дозування є найбільш перспективними, тому що їхнє використання дозволяє зменшити металоємності й вага конструкції, крім того, вони найбільше підходять для дозування замоченого насіння.

За принципом дії апарати центрального дозування бувають гідравлічні, пневматичні, пневмомеханічні, механічні, електронні й магнітні.

У сучасних сівалках і їх попередниках, широке застосування знайшли механічні висівні апарати, що є найбільш простими й надійними. Механічні висівні апарати по способу відбору насіння можна розділити на пристрої з одиничним відбором насіння - дозатори точного висіву та пристрої з безперервним відбором насіння - дозатори безперервного висіву.

Із усього різноманіття дозуючих пристроїв, для дозування важко сипучих насіння в основному використовуються катушкові, метеликові, ложкові, шнекові, і штифтові висівні апарати.

Шнекові висівні апарати, мають робочий орган у вигляді валу зі спіральною навивкою на циліндричній поверхні [34, 74, 135, 138]. Шнековий висівний апарат [71] (рис. 1) відрізняється особливістю конструкції, зокрема розташуванням заслінок у відкритому стані над дозуючим шнеком, що виключають вплив рівня насіння у знімному бункері на стійкість подачі, що й підвищують рівномірність висіву. Зміною частоти обертання шнекового валу або відкриттям заслінки в бункері регулюється норма висіву.

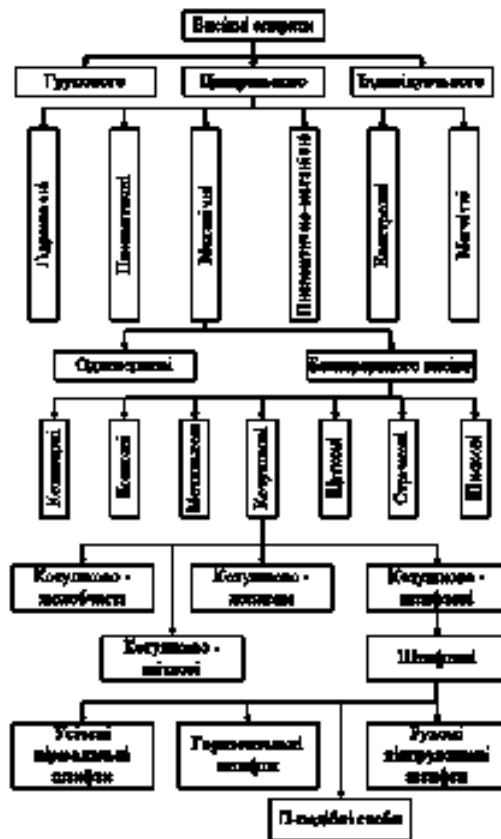


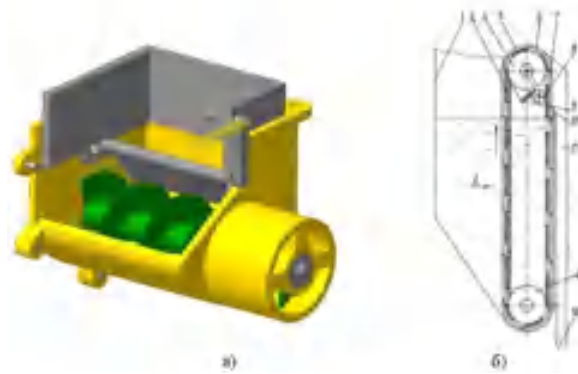
Рис. 1. Класифікація висівних пристроїв

Шнекові висівні апарати, мають робочий орган у вигляді валу зі спіральною навивкою на циліндричній поверхні. Висівний апарат цього типу представлений на рис. 2а відрізняється особливістю конструкції, зокрема розташуванням заслінок у відкритому стані над дозуючим шнеком, що виключають вплив рівня насіння у знімному бункері на стійкість подачі, що й підвищують рівномірність висіву. Зміною частоти обертання шнекового валу або відкриттям заслінки в бункері регулюється норма висіву.

Стрічкові або транспортерні висівні апарати застосовуються для висіву посівних матеріалів з поганою сипкістю, таких як несипучих насіння трав, замоченого і пророщеного насіння овочевих і баштанних культур. Відомий висівний апарат (рис. 1) б насінний ящик, що включає, з розташованим вертикально висівним транспортером, що мають гнізда й активні напрямні. Даний технічний розв'язок дозволяє забезпечити задану точність висіву без ушкодження насіння.

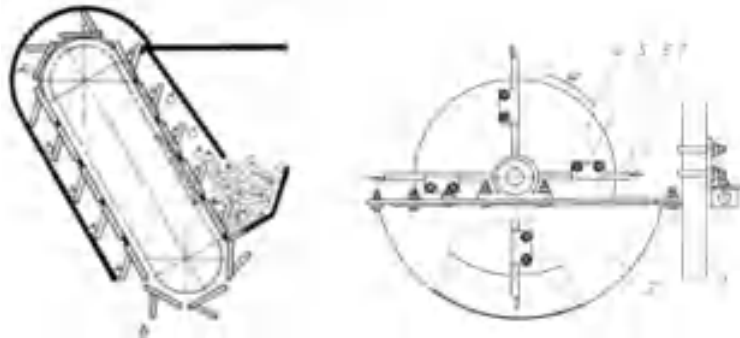
Висівні апарати вичерпуючого типу - конвеєрний (рис. 2, а) і ложковий (рис. 2, б). Робочими органами у них є ложечки й шкребки, установлені або по одному, або групами.

Форма й розміри робочих органів вибираються відповідно до фізико-механічних властивостей насіння. Недоліками висівних пристроїв такого принципу роботи є високі вимоги до якості підготовки поля, його вирівнюваності, тому що в процесі транспортування насіння до зони скидання через поштовхи й нахилів відбувається їх зісковзування з вичерпуючих елементів і тривале переналагодження у випадку переходу на висів іншої культури.



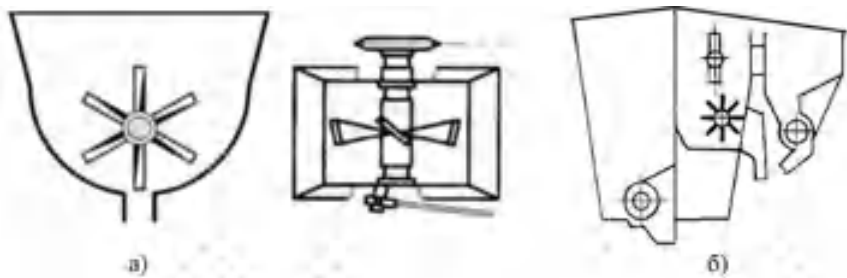
**Рис. 2. Висівні апарати: а) шнековий; б) стрічковий**

Відома досить велика кількість висівних апаратів метеликового типу (рис. 3) застосовуваних, як у вітчизняних, так і закордонних сівалках для посіву важкосипучого насіння.



**Рис. 3. Висівні апарати: а) конвеєрний; б) ложковий**

Найпоширенішими висівними апаратами для рядового й широкорядного посіву несипучих насіння трав є різновиди катушкових висівних апаратів з різними робочими елементами. Вони прості й надійні в роботі, включають широкий діапазон регулювань норм висіву із забезпеченням високої рівномірності.

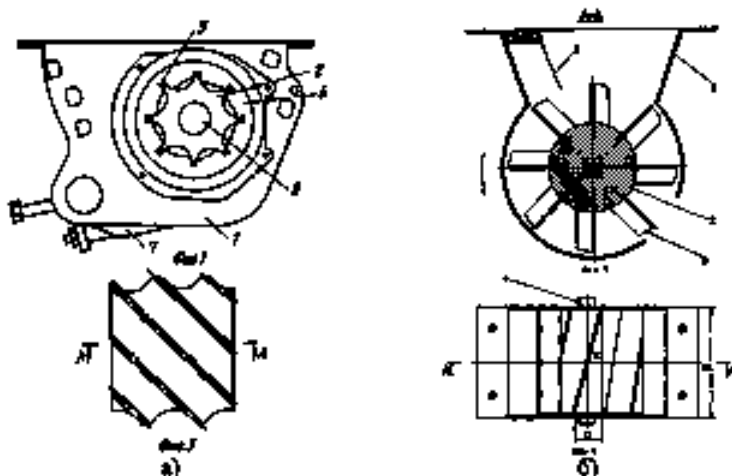


**Рис. 4. Метеликові висівні апарати: а) метеликовий висівний апарат Л. М. Максимова; б) метеликовий висівний апарат сівалки СЗТК 19**

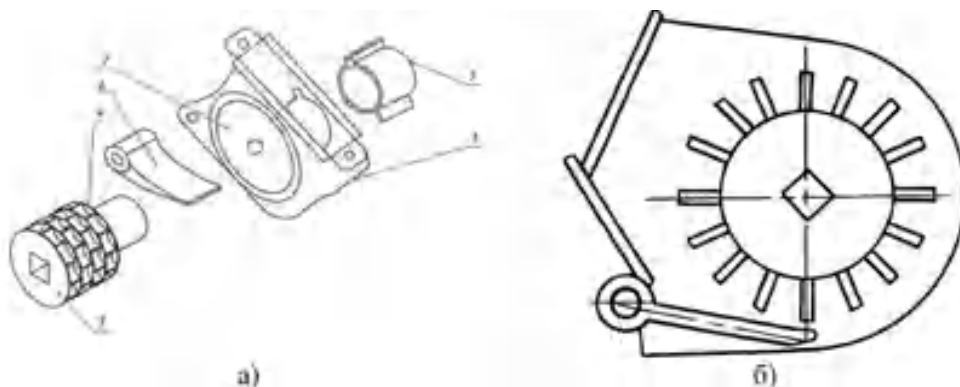
Відомі різновиди катушкових висівних апаратів: катушково-жолобчасті, катушково-штифтові, катушково-лопатеві й катушково-щіткові.

Характерними рисами катушково-щіткових (рис. 5, а) і катушково-лопатевих (рис. 5, б) висівних апаратів є діагональне розташування робочих органів на катушці, що дозволяє усунути пошкодження зерна, а також підвищити рівномірність висіву.

Котушково-жолобчасті висівні апарати (рис. 6, а), є найпоширенішими в сучасних посівних машинах, тому що найбільш прості у використанні, універсальні. Представлена на рис. 6а жолобчаста котушка, за рахунок особливостей конструкції робочого елемента, дозволяє знизити травмування насіння, поліпшити рівномірність розподілу насіння по площі розсіву.



**Рис. 5. Котушкові висівні апарати: а) котушково-щітковий, б) котушково-лопатевої.**



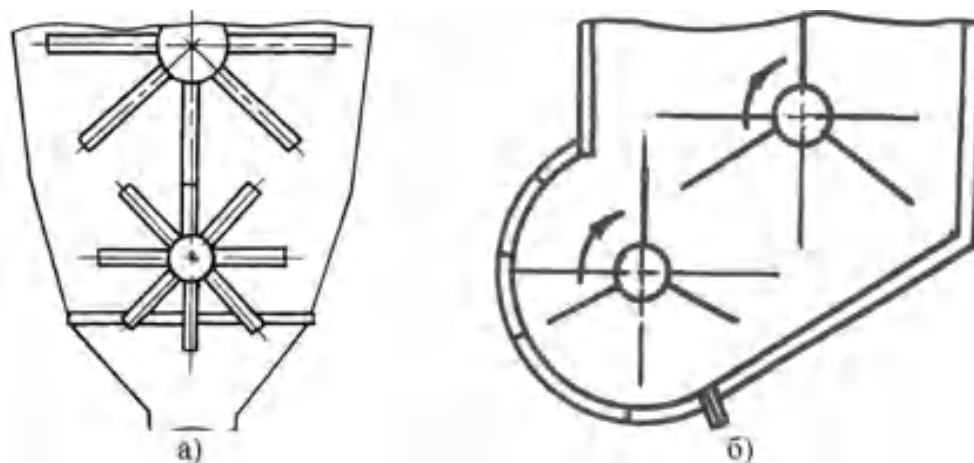
**Рис. 6. Котушкові висівні апарати: а) котушково-жолобчастий, б) котушково-штифтовий.**

Котушково-штифтові висівні апарати простіше та довговічніше котушково-жолобчастих, вони призначені для висіву важко сипучих насіння. Прикладом такого апарата може бути дозатор конструкції УКРНИИМЕСХ. Дозатор включає корпус, штифтову котушку й чистик для очищення штифтів від налипання. Штифти котушки мають різне конструктивне виконання. Для посівних матеріалів з малими й середніми нормами висіву вони мають Г-образну форму. Для більших норм висіву штифти мають Т-Т-образну форму. У процесі роботи насінний матеріал надходить через завантажувальне вікно в корпус, захоплюється штифтами котушки й переміщається по денцю, при цьому чистик постійно очищає штифтову котушку від налипання на нього насінного матеріалу. Висівний апарат дозволяє висівати важко - сипучий насінний матеріал з великою вологістю.

Відомі штифтові висівні апарати, призначені для висіву важко сипучих насіння трав рис. 7. Штифтовий висівний апарат експериментальної сівалки СТПН-6 (рис. 7) розроблений для висіву важко сипучого насіння, містить бункер з



зворушувачем, усередині якого на горизонтальному валу встановлені циліндричні штифти, що мають можливість виходу через висівне вікно за межі днища. По обидва боки висівного вікна розташовані очисні елементи.



**Рис. 7. Висівні апарати: а) штифтовий, б) з П-подібними скобами.**

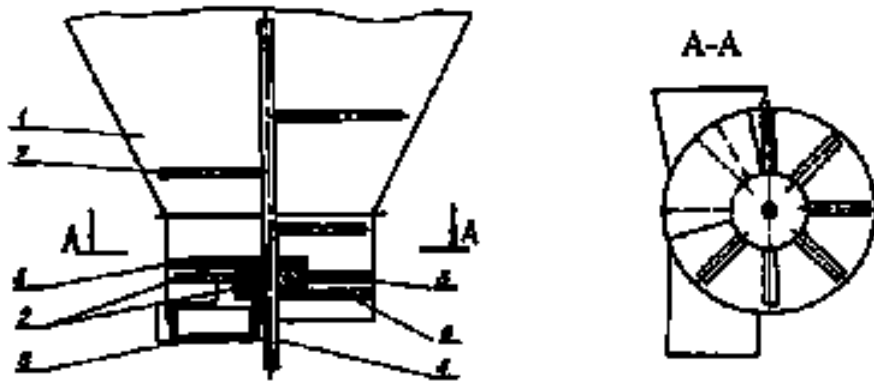
У якості недоліків даного пристрою слід указати невисоку рівномірність висіву й надійність дозування насіння, пов'язану з нестійкою подачею насіння прутками зворушувача в зону їх захвату штифтами, особливо сильно виражену при зниженні рівня насіння у бункері.

Більш високі якісні показники висіву важко сипучого, засміченого посівного матеріалу демонструє висівний апарат, представлений на рис. 7б.

Дозатор складається з бункера з зворушувачем, корпусу й катушки з П-П-образними скобами, закріпленими на валу під кутом  $120^\circ$ . Катушка призначена для підведення насінної маси до висівного вікна, прошовування частини маси у вікно й переміщенню маси, що не просипався, насіння і домішок купи в зону забору насіння.

Даний висівний апарат стійко працює при висіві несипучих опушених насіння, що мають домішки до 6 мм, має достатню універсальність, дозволяючи висівати дрібні сипучі й несипучі насіння. Головним недоліком є низька продуктивність і травмування насіння.

Відомий штифтовий висівний апарат (рис. 8), призначений для висіву важкосипучого насіння. Дозатор включає бункер 1, с висівною щілиною 2 у його днище, яке складається із двох розділених сегментів - верхнього 5 і нижнього 6, що утворюють між своїми горизонтальними поверхнями висівну щілину 2. У простір між сегментами встановлюється катушка 3, виконана у вигляді закріплених на вертикальному валу 4 радіальних пальців. Над верхньому сегментом на валу 4 встановлено зворушувач 7. Із зовнішньої сторони бункера під висівною щілиною розташовано ежекторний пристрій.



*Рис. 8. Штифтовий висівний апарат: 1 - бункер; 2 - висівна щілина; 3 - штифтова котушка; 4 - вал висівного апарата; 5 - верхній сегмент; 6 - нижній сегмент; 7 - зворушувач; 8 - ежекторний пристрій.*

Принцип роботи висівного апарата полягає в наступному, насінний матеріал, що подається в меж штифтовий простір, транспортується штифтами до висівної щілини й поступово скидається за межі днища.

Конструктивне виконання штифтового висівного апарата сприяє активізації процесу відбору насіння із бункера й заповнення робочого об'єму між штифтами.

Даний апарат здатний висівати замочені посівні матеріали, однак є присутнім порційність висіву, що знижує показники рівномірності розподілу насінь.

Таким чином, аналіз конструкцій існуючих висівних апаратів і технологічних процесів їх роботи показує, що для висіву важко сипучих насінних матеріалів найбільш перспективним напрямком є розробка висівних апаратів котушково-штифтового типу з рухомими підпружиненими штифтами.

**Висновки.** На підставі виконаного аналізу особливостей посіву сільськогосподарських рослин на селекційних ділянках, засобів механізації посіву на селекційних ділянках, аналізу висівних апаратів для висіву важко сипучих насіння необхідно зробити наступні висновки:

- для ділянкового посіву розплідників: вихідного матеріалу, колекційного й дрібного селекційного рядовим способом найбільш перспективним є застосування висівних апаратів центрального дозування оснащених системою пневматичного транспортування;

- аналіз конструкцій висівних апаратів і вивчення технологічного процесу їх роботи показує, що для висіву важко сипучих насінних матеріалів найбільш перспективним напрямком є розробка висівного апарата котушково-штифтового типу з рухомими підпружиненими штифтами.

### **Список використаних джерел**

1. Пастухов В., Бойко В., Теслюк Х., Улексін В., Кириченко В. Дослідження перемішування насіння в рідині гідропневматичної сівалки точного висіву. Європейські передові технології: дослідницький журнал. №1(107). 2020. С. 36-43 (дата звернення 08.07.2024).

2. Лу Кс., Чен Ф., Алтінтас Й. Магнітний привід для активного демпфування. *SIRP - Технологія виробництва*: літопис. 2014. С. 369-372 (дата звернення 17.07.2024).

3. Мацубара А., Маеда М., Ямаджі І. Придушення вібрації розточувальної

штанги за допомогою п'єзоелектричних приводів і схеми LR. *CIRP - Технологія виробництва*: літопис. 2014. С. 373-376 (дата звернення 27.07.2024).

4. Муноа Ж., Беударт Кс., Домбоварі З., Алтінтас Й., Будак Е., Брехер С., Степан Г. Методи придушення шумів при різанні металу. *CIRP - Технологія виробництва*: літопис. 2014. 2016. С. 785-808 (дата звернення 09.08.2024).

5. Іванов М.І., Руткевич В.С Колісник О.М., Лісовий І.О. Дослідження впливу параметрів блочно-порційного сепаратора на діапазон регулювання швидкості робочих органів. *ІНМАТЕХ - Сільськогосподарське машинобудування*: науковий журнал. Вип. 57(1)2019. С. 37–44 (дата звернення 16.08.2024).

6. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика: науковий журнал*. №1(39). 2013. С. 91–96 (дата звернення 02.09.2024).

7. Середа Л.П., Руткевич В.С., Зінев М.В. Дослідження математичної моделі гідроприводу сегментно-пальцевої косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*: науковий журнал. №1(100). 2018. С. 111–123 (дата звернення 19.09.2024).

**Дарина ПАВЛЮК<sup>46</sup>**,  
студентка 4 курсу,  
Інженерно-технологічного факультету,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ПОКРАЩЕННЯ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ МОДУЛЕМ 3D ДРУКУ ШОКОЛАДУ**

**Анотація:** У статті розглядаються сучасні підходи до покращення контролю та управління інтелектуальним модулем 3D-друку шоколаду. Описуються методи оптимізації температурних режимів, швидкості друку та інтеграції сенсорних технологій для моніторингу стану шоколадної маси. Запропоновано використання алгоритмів машинного навчання для підвищення автоматизації процесу і забезпечення стабільної якості готового продукту.

**Ключові слова:** 3D-друк шоколаду, інтелектуальний модуль, автоматизація, керування процесом.

**Annotation:** The article explores modern approaches to improving control and management of the intelligent module for 3D chocolate printing. Methods for optimizing temperature control, , printing speed, and the integration of sensor technologies for monitoring the state of the chocolate mass are discussed. The use of

---

<sup>46</sup>Науковий керівник – Токарчук О.А. к.т.н., доцент, зав. кафедри Інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

*machine learning algorithms is proposed to increase process automation and ensure consistent product quality.*

**Key words:** *3D chocolate printing, intelligent module, automation, process control.*

**Вступ.** 3D-друк є революційною технологією, що знайшла застосування в різних галузях, включаючи харчову промисловість. Одним із найцікавіших напрямків є 3D-друк шоколаду, який відкриває нові можливості для дизайну, персоналізації та масового виробництва кондитерських виробів. Однак цей процес потребує високого рівня контролю через складність роботи з таким делікатним матеріалом, як шоколад. Інтелектуальні модулі управління 3D-принтерами відіграють ключову роль у забезпеченні стабільної якості продукції та точності виробництва. У даній статті розглядаються підходи до покращення керування і контролю цього процесу, зокрема через інтеграцію новітніх технологій, таких як сенсори та алгоритми машинного навчання, що дозволяють підвищити рівень автоматизації та ефективності.

**Виклад основного матеріалу.** 3D друк їстівними інгредієнтами є багатообіцяючим та перспективним інструментом для харчової галузі. На поточному етапі розвитку даної технології відбувається розширення доступних для друку харчових матеріалів та розробка спеціалізованого адитивного обладнання [59,115]. Однак не менш важливою складовою у харчовому виробництві є контроль якості продукції, оскільки від цього залежить сприйняття, настрої, самопочуття та здоров'я споживача. Для машин, що готують їжу в автоматичному режимі, безумовно, необхідний автоматизований контроль технологічного процесу, що дозволяє на 100 відсотків бути впевненим у якості, рецептурі та безпеці одержуваної продукції. З доступних матеріалів для досліджень ТП харчової 3D друку нами був обраний найбільш «капризний» у контролі та управлінні інгредієнт – шоколад.

Огляд технології харчового 3D друкування шоколадних виробів. Для розробки системи автоматизованого контролю та управління необхідно всебічне вивчення цільового технологічного процесу, а також вивчення існуючих понять, визначень та методів оцінки якості одержуваних виробів.

Особливості обладнання та основні етапи харчового 3D друку. Тривимірний друк – процес поетапного створення об'ємного виробу шляхом додавання, збільшення матеріалу на основу (платформу або заготівлю). Найчастіше всього такі вироби отримують за допомогою спеціально розроблених пристроїв – 3D принтери. Трохи рідше за допомогою роботизованих маніпуляторів. У цій дисертаційній роботі розглядаються 3D принтери, працюючі за технологією (FDM – Fused Deposition Modeling) метод пошарового нанесення матеріалу. Вони включають: спеціальний пристрій для подачі сировини – екструдер; систему механічних осей для позиціонування

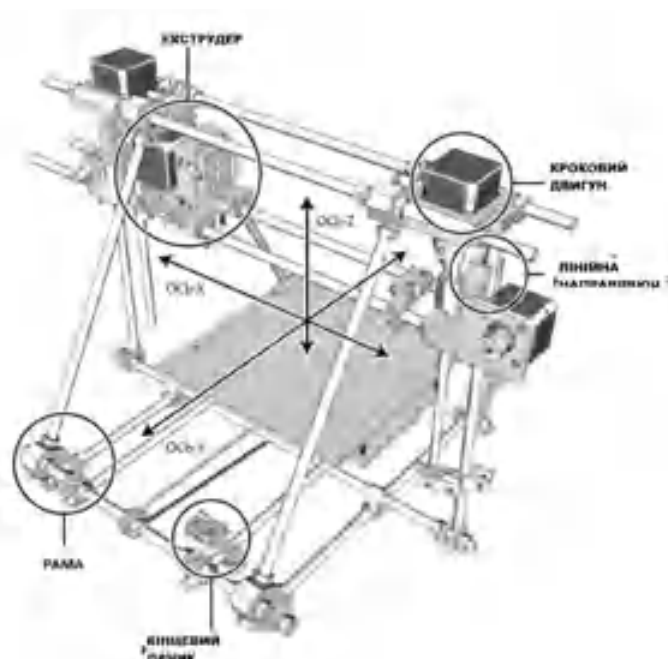
друкуючої голівки у 3-х координатах (X, Y, Z); а також електронну складову для управління всім пристроєм. На малюнку 1.1 представлена одна з перших картезіанських кінематичних схем 3D принтерів RepRap, що застосовуються для персонального використання серед ентузіастів, починаючи з 2006 року. [1].

Ключова відмінність харчових 3D-принтерів полягає в подаючому механізмі – екструдері, який призначений для подачі харчових матеріалів у область друку. Оскільки більшість харчових інгредієнтів за консистенцією є пастоподібними або напіврідкими розчинами, для роботи з ними розробляють спеціальні конструкції екструдерів. [2,3]

Другою відмінністю таких принтерів є використання у конструкції виробу матеріалів, що мають допуск до застосування в харчовій промисловості.

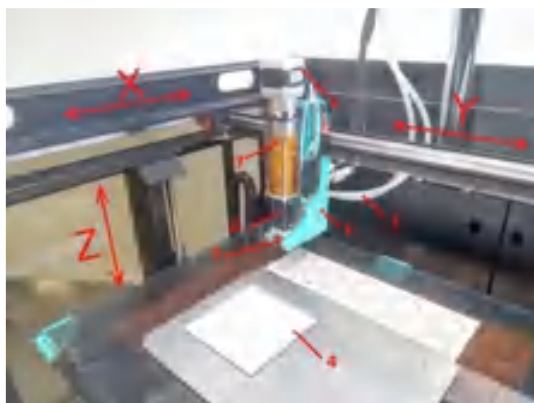
Додатково 3D-принтери можуть оснащуватися платформою, що підігривається, для кращої адгезії першого шару або для термічної обробки продукту. Крім цього, існують системи активного охолодження, які дозволяють остигати нанесений матеріал значно швидше, що збільшує швидкість та якість друку.

Основна сировина, що використовується для роботи харчового 3D-принтера – це рідкі, пастоподібні, їстівні багатокомпонентні харчові суміші, такі як: шоколад, глазур, рідке тісто, фарш, джеми, соуси, гідроколоїдні розчини тощо.



**Рис. 1. Кінематична схема 3D принтера RepRap для друкування пластиком.**

На рисунку 2 представлена схема 3D-принтера для друку виробів з рідкого шоколаду та пастоподібних матеріалів.



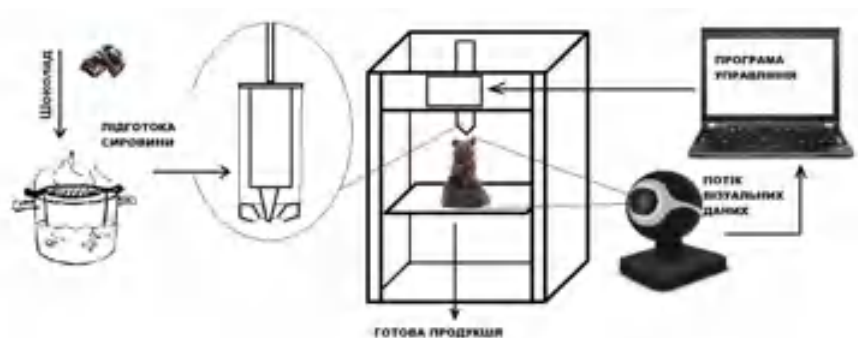
*Рис. 2. 3D принтер з екструдером для друку харчовими компонентами.*

Друкувальний пристрій — екструдер переміщається у горизонтальній площині XY за заданою в програмі траєкторією, наносячи розплавлений шоколад на платформу для друку. Після цього платформа опускається на висоту одного шару по осі Z, і екструдер починає наносити наступний шар поверх попереднього. Така послідовність повторюється протягом усього тривимірного друку. Коли екструдер наносить усі шари, виріб вважається повністю надрукованим. [4].

На малюнку 3 представлено найбільш поширену умовну схему технологічного процесу (ТП) харчового 3D-друку шоколаду.

Якість виробів, отриманих методом тривимірного друку, характеризується такими показниками:

- розмірна точність,
- міцність на розрив уздовж і поперек шарів,
- відсутність деформацій,
- зовнішній вигляд,
- ступінь відповідності отриманого виробу цифровій моделі.



*Рис. 3. Машино – апаратурна схема ТП харчового 3D друкування шоколадом.*

Технологічний процес харчового 3D-друку можна розділити на кілька основних стадій:

Підготовка сировини для друку:

Нагрівання та плавлення шоколаду, перемішування для досягнення однорідного рідкого стану з наступним темперуванням або модифікацією при

необхідності. Зазвичай ця процедура виконується поза принтером за допомогою водяної лазні вручну або за допомогою спеціальної апаратури для плавлення та темперування шоколаду.

Підготовка цифрової моделі для друку:

Процес налаштування всіх параметрів технологічного процесу (ТП), таких як швидкість подачі, висота нанесеного шару, робоча температура сопла, ширина екструзії, ступінь додаткового охолодження тощо. Далі відбувається створення керуючої програми у форматі "G-code". Для підготовки моделі до 3D-друку застосовуються спеціальні програми, звані слайсерами.

Процес 3D-друку:

Завантаження підготовленої сировини в екструдер, завантаження керуючої програми у 3D-принтер і безпосередній процес друку тривимірного виробу з шоколаду.

Поняття якості харчового виробу, надрукованого на 3D-принтері:

На даний момент ще не розроблено стандарти та нормативні документи, які б визначали якість продукту в області харчового 3D-друку. Тому було визначено основні критерії та припущення, які були використані у нашому дослідженні. Вони засновані на оцінці якості кондитерських виробів та якості об'єктів, отриманих шляхом тривимірного друку. [5].

Коли йдеться про якість виробу, надрукованого методом 3D-друку, зазвичай проводять візуальну оцінку отриманого об'єкта. Оцінюють:

- форму виробу,
- точність дотримання геометрії,
- якість поверхонь (їх шорсткість),
- ступінь ідентичності об'єкта з цифровою моделлю,
- рівень деталізації під час друку маленьких елементів.

У аматорському 3D-друку така оцінка здійснюється людиною неозброєним оком, і цього часто достатньо. Під час друку точних інженерних моделей застосовують додатковий контроль точності геометрії за допомогою вимірювальних інструментів. Для деталей, що піддаються високим навантаженням, може проводитися неруйнівний контроль внутрішньої структури об'єкта, щоб виключити приховані дефекти, які є концентраторами напруги та можуть призвести до передчасного руйнування деталі.

Шоколадні, кондитерські вироби характеризуються такими показниками якості: мікробіологічні; органолептичні (Сенсорні); фізико-хімічні та показники безпеки. До органолептичних показників відносять зовнішній вигляд, форму, консистенцію, колір, структуру, смак та запах.

У харчовому 3D друку під якістю виробу можна розуміти: якість поверхні та геометрії об'єкта в цілому, смакові характеристики одержаного виробу (якість за органолептичними показниками); точність дозування компонентів (якщо

йдеться про мульти матеріального 3D друку та кількісне співвідношення компонентів має бути точним), безпека одержаних продуктів.

Оскільки 3D друк – це процес формування тривимірного виробу з готової сировини, то завдання контролю безпеки продукту та мікробіологічних показників якості лягає на виробника вихідної сировини та здебільшого випадків залежить від режимів роботи адитивного устаткування. На смак сировини під час друку теж вплинути практично неможливо, тому цей показник не буде цільовим.

В рамках даної роботи приймається положення про те, що використовується для друку вихідна сировина є якісною та безпечною для споживача.

У обладнанні, що використовується для дослідження, вузли, що контактують з їжею, виготовлені з матеріалів, що мають допуск до харчової промисловості, або мають спеціальне покриття, тому продукт, що отримується на принтері – безпечний. [6].

Основний фокус у цьому дослідженні був спрямований на контроль органолептичних показників якості, а саме на зовнішній вигляд та форму готового об'єкта (ступінь відповідності цифрової моделі). У сучасних умовах ринку 3D друку це один із найголовніших показників якості. Надрукований виріб має виглядати естетично та залучати споживача, викликаючи бажання скуштувати продукт.

**Висновок.** Стаття присвячена аналізу та розробці вдосконалених підходів до управління процесом 3D друку шоколаду, що є інноваційним напрямом у харчовій промисловості. Однією з ключових проблем, розглянутих у дослідженні, є точність контролю температури та в'язкості шоколадної маси, що безпосередньо впливає на якість кінцевого продукту. Використання інтелектуальних модулів дозволяє автоматизувати контроль цих параметрів, а також оптимізувати процес друку в реальному часі.

Завдяки впровадженню систем штучного інтелекту, можливо забезпечити безперервний моніторинг та адаптивне коригування процесу друку, що мінімізує кількість дефектів та підвищує ефективність виробництва. Крім того, інтелектуальні модулі здатні аналізувати історичні дані, прогнозувати можливі помилки і вдосконалювати процес з кожною новою спробою. Це створює перспективи для широкого впровадження технології 3D друку у виробництво кондитерських виробів, що може змінити підхід до виготовлення індивідуалізованих продуктів.

Таким чином, застосування інтелектуальних модулів в управлінні 3D друком шоколаду дозволяє не лише підвищити точність і швидкість виробничих



процесів, але й відкриває нові горизонти для розвитку персоналізованого виробництва в харчовій галузі.

#### Список використаних джерел

1. Шоколад у США надрукували на 3D-принтері веб-сайт. URL: <https://harch.tech/2024/02/22/shokolad-u-ssha-nadrukuvaly-na-3d-prynteri/> (дата звернення 08.09.2024)
2. Технології майбутнього: 3D-принтери, що друкують шоколад та цукерки веб-сайт. URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/science/2014/01/140108\\_3d\\_printers\\_chocolate\\_sweets\\_ag](https://www.bbc.com/ukrainian/science/2014/01/140108_3d_printers_chocolate_sweets_ag) (дата звернення 12.09.2024)
3. 3D принтер для шоколадного друку веб-сайт. URL: <https://ecotechnica.com.ua/uk/technology/pervyj-v-ukraine-3d-printer-dlya-shokoladnoj-pechati-sozdali-v-dnepropetrovske-video> (дата звернення 18.09.2024)
4. Чи можна друкувати їжу на 3D-принтері? веб-сайт. URL: <https://3d4u.com.ua/uk/blog/post/78-can-you-print-food-on-3d-printer> (дата звернення 22.09.2024)
5. Розвиток 3d-технологій у кулінарії веб-сайт. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/aa15da3c-16f4-45cc-8bec-1ce420a3bf83/content> (дата звернення 28.09.2024)
6. Американці створять 3D-принтер, що друкуватиме шоколад веб-сайт. URL: [https://mukachevo.net/news/amerykantsi-stvoriat-3d-prynter-shchodrukuvatyme-shokolad\\_86618.html](https://mukachevo.net/news/amerykantsi-stvoriat-3d-prynter-shchodrukuvatyme-shokolad_86618.html) (дата звернення 30.09.2024)

**Богдан КАРАКОЙ<sup>47</sup>,**

студент 2 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПРИСКОРЕННЯ СУШІННЯ СКОШЕНИХ ТРАВ

***Анотація.** Будь-який спосіб заготівлі кормів із трав передбачає повне або часткове сушіння трави в полі. Цей процес супроводжуються втратами поживних речовин, розміри яких зростають в міру його тривалості. Зменшити втрати поживних речовин можливо шляхом інтенсифікації процесу. Відомі хімічні, термічні, електричні, механічні та комбіновані способи прискорення сушіння скошених трав. В силу різних причин найбільш використовуються механічні способи, зокрема ворухіння прокосів, перевертання валків та плющення.*

***Ключові слова:** трава, сушіння, прискорення, втрати, поживні речовини.*

---

<sup>47</sup>Науковий керівник- Кондратюк Д. Г., к. т. н., доцент кафедра агроінженерії та технічного сервісу

**Annotation.** Any method of harvesting fodder from grass involves complete or partial drying of the grass in the field. This process is accompanied by losses of nutrients, the size of which increases as it lasts. It is possible to reduce the loss of nutrients by intensifying the process. Chemical, thermal, electrical, mechanical and combined methods of accelerating the drying of cut grasses are known. Due to various reasons, the most used mechanical methods are, in particular, moving the swaths, turning over the rolls and flattening.

**Key words:** grass, drying, acceleration, losses, nutrients.

**Вступ.** Трави при скошуванні в ранніх фазах вегетації (бутонізація - початок цвітіння) можуть містити до 85 % вологи. Є два основних напрямів консервування трав - висушування та підкислення. Висушують до вологості 17...18 %. При цьому осмотичний тиск в клітинах рослин підвищується настільки, що поживні речовини, що там містяться, стають недоступними для мікроорганізмів і пліснявих грибів. Так готують сіно, штучно зневоднені корми, що зберігаються при доступі повітря.

Необхідно зазначити, що при сушіння трав у природних умовах спостерігається нерівномірне висихання окремих частин рослин. Листя сохне в 2–3 рази швидше стебел, що особливо негативно позначається при заготівлі сіна з бобових трав. Наприклад, при вологості стебел в межах 40–45 % листя має вологість близько 16 %. Стебла висихають повільно, а листова частина пересушується і при будь якій механічній дії легко обламається, що призводить до значних втрат урожаю, у тому числі найбільш цінної його частини – листя [1].

Другий напрям заснований на підкисленні маси органічними кислотами, що пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів, але щоб не розвивалися плісняви, необхідно створити анаеробні умови. На цьому принципі ґрунтується силосування, коли органічні кислоти утворюються при зброджуванні цукрів. Проміжне положення займає сінажування, коли масу попередньо підв'ялюють до вологості 40-60 %. Оскільки заготівля силосу з сировини з вологістю більше 75 % супроводжується великою втратою поживних речовин з соком, що витікає, утворенням масляної кислоти, то виникає необхідність знижувати вологість сировини шляхом підв'ялювання або додавання сухих компонентів.

Отже, швидке зниження вологості скошених рослин є основним заходом зменшення втрат поживних речовин для всіх способів заготівлі кормів із трав. Скорочення термінів висушування трав – одна з основних умов отримання якісних кормів.

**Виклад основного матеріалу.** Основне завдання при заготівлі кормів із трав - зберегти листя, яке сохне майже в 2 рази швидше стебел. В результаті листя пересихає, починає кришиться і під впливом робочих органів сінозбиральних машин оббивається. Ці втрати не тільки зменшують збір сіна, але й суттєво впливають на його цінність, через те що листки та суцвіття містять значно більше поживних речовин, ніж стебла [2].

Одним із способів інтенсифікації пров'ялювання трав при заготівлі сіна та

сінажу є обробіток трави хімічними речовинами, що здатні припиняти життєдіяльність клітин трав [3]. Для цього застосовують речовин, які використовуються в якості десикантів (лат. *desiccare* – висушувати) та дефоліантів. Встановлено, що найбільш ефективними препаратами є мурашина кислота, реглон і вуглекислий калій. Наприклад, внесення в траву вуглекислого калію дозволяє на 1 - 2 дні скоротити тривалість заготівлі сіна в порівнянні з традиційними способом [4]. Вища ефективність цього препарату досягається при сушінні бобових трав у поєднанні з їх плющенням: швидкість сушіння конюшини підвищується в 1,6 рази.

Недоліком обробітку трав хімічними речовинами є те, що вони не мають властивостей селективної дії. Їх дія сильніше проявляється на листках, які і без обробітку висихають значно швидше стебел. Тому застосування їх призводить до збільшення механічних втрат. Деякі з них чинять токсичну дію на тварин або зменшують наступну продуктивність сінокосів. Внаслідок зазначених причин застосування хімічних препаратів не знайшло широкого розповсюдження в практиці прискорення сушіння трав.

Термічні способи прискорення сушіння трав передбачають обробіток їх відкритим вогнем, парою, гарячими газами, як на корені, так і під час їх скошування або після нього. Це призводить до коагуляції білків клітин і втрати ними гідрофільності. В результаті трава швидко втрачає вологу і її можливо використати для заготівлі сіна або сінажу. Термічні способи прискорення сушіння є досить енергоємним, тому що потребує до 50 кг нафтопродуктів на тону сухої трави [4].

До електричних способів прискорення сушіння трав відноситься обробіток трав електричними розрядами або струмами високої частоти, які зменшують опір клітин рослин віддачі вологи. Ці способи мають селективну дію, уражаючи стебла в більшій мірі, ніж листки, в результаті чого вирівнюється нерівномірність сушіння рослин. Однак ці способи є досить енергоємними і економічно не вигідними [4].

При заготівлі сіна інколи, з метою прискорення сушіння трав, використовують комбіновані способи обробітку. Так, відомий спосіб обробітку трав електричними розрядами з наступним плющенням. Інколи плющать траву гарячими вальцями [4]. Зазначені комбіновані способи не знайшли широкого розповсюдження, тому що вони більш придатні для обробітку трав в стаціонарних умовах, ніж в польових.

Відомо, що по мірі насичення повітря парою, його здатність до поглинання вологи знижується. Тому прискорення сушіння можна досягти в тому випадку, коли трава легко продувається. Покращити аерацію повітря в скошеній траві можливо шляхом її ворущіння та перевертання. Це призводить до зменшення щільності укладання трави, і вона, провітрюючись, швидше віддає вологу. Крім того, недостатньо підсушені рослини переміщуються з нижніх шарів у верхні, що підвищує рівномірність сушіння.

Особливо важливого значення ворущіння скошених трав набуває в зонах з вологим кліматом або при нестійких погодних умовах, тому що в цьому випадку

основні втрати поживних речовин відбуваються через випадання опадів, а також тривале сушіння трави в полі.

Без ворущіння та перевертання скошеної трави складно одержати якісне сіно, оскільки саме при цій умові досягається рівномірне сушіння трави. Відомо, що закладання на зберігання неоднорідного за вологістю сіна є основною причиною утворення в скирті осередків цвілі та плісенні. Проте ці операції не позбавлені недоліків. Виконання їх супроводжується механічними втратами сухої речовини трави. Основну масу механічних втрат складають «ніжні», найбільш цінні в кормовому відношенні частини рослин - листя, суцвіття, та інші дрібні вегетативні органи рослин, які легко оббиваються і безповоротно втрачаються. Особливо це явище проявляється у випадку заготівлі сіна із бобових трав [5].

Ефективним способом прискорення сушіння трав є плющення. В результаті механічного пошкодження стебел трав руйнується кутикулярна плівка та оголюються судинно-волокнисті пучки. Все це призводить до збільшення швидкості вологовіддачі.

Плющення сприяє прискоренню вологовіддачу стебел на 25–30 % і практично зрівнює швидкість їх сушіння із швидкістю сушіння листків, забезпечуючи рівномірність сушіння всієї рослинної маси, а відтак і зменшення втрат поживних речовин при заготівлі сіна [6].

Для плющення скошених трав косарки обладнують бильно-дековими кондиціонерами або вальцьовими плющильними апаратами. Плющильні апарати вальцьового типу менш жорстко діють на траву, ніж плющильні апарати динамічної дії, тому з метою зменшення втрат від обривання листків і суцвіть їх доцільно використовувати для роботи з бобовими травами [7].

Необхідно зазначити, що плющити траву доцільно лише за сприятливої погоди. У похмурі або дощові дні розплющені стебла поглинають вологу із атмосфери та погано сохнуть. При цьому відбувається вимивання поживних речовин.

Не рекомендують плющити злакові трави, тому що їх порожнисті стебла сохнуть лише на 25 % повільніше, ніж листя. Для рівномірного підсихання трави її ворущать 1-2 рази в прокосах. Плющення проводять безпосередньо при скошуванні або за ним. Плющити навіть трохи підв'ялену траву недоцільно.

Швидкість сушіння трав багато в чому залежить від часу доби, коли вони скошені. Швидкість сушіння трав, скошених до 9 години ранку в 2,5-3 рази вища, ніж скошених опівдні. Пояснити це можна тим, що вранці відкриті продиhi (пори клітин) рослин, а попереду довгий світловий день, що сприяє більш швидкому зневодненню маси.

Ефективним заходом, який забезпечує більш інтенсивну вологовіддачу рослинами, ніж вище представлені механічні способи, є поздовжнє розщеплення стебел. Такий обробіток рослин дозволяє покращити теплообмін за рахунок збільшення площі випаровування, а це значно прискорює процес сушіння. Результати дослідів свідчать, що рослини з розщепленими стеблами, зокрема овес, в 1,6 рази інтенсивніше віддають вологу, ніж плющені [4].

Необхідно відзначити, що використання поздовжнього розщеплення стебел для інтенсифікації сушіння трав не знайшло широкого розповсюдження і залишається на стадії дослідження.

В останні роки ведуться інтенсивні дослідження щодо прискорення сушіння трав шляхом глибокого порушення цілісності стебел, так званого кондиціонування рослин, тобто приведення їх у певний стан (кондицію). Запропоновано низку нових технологій та принципово нових машин. Наприклад, у Німеччині сконструйовано кормозбиральний комбайн «трав'яний лайнер», що здійснює мацерацію рослин – порушення цілісності міжклітинного простору, що забезпечує швидке пров'ялювання бобових трав при заготівлі кормів із трав. Досягається це надколюванням стебел на половину їхньої товщини, але це важко здійснити технічно. Тому зазначений спосіб не набув поки що поширення.

Відомий спосіб обробки трав, який незначно поступається надколюванням. Йдеться про часте зминання стебел (через 40 - 50 мм) з одночасним їх різанням на частки довжиною 10-20 см. Такий обробіток рослин дозволяє покращити теплообмін за рахунок збільшення площі випаровування, а це прискорює процес сушіння.

Недоліком такого обробітку є збільшення механічних втрат при ворущінні, згрібанні та підбиранні сіна, оскільки подрібнені частини рослин можуть легко втрачатися при виконанні зазначених операцій.

**Висновок.** З метою одержання якісних кормів із трав необхідно до мінімуму скоротити втрати поживних речовин в скошеній траві під час польового сушіння. Ефективними заходами прискорення сушіння трав, а відтак і зменшення втрат поживних речовин при заготівлі кормів із трав є плющення, періодичне ворущіння або перевертання скошених рослин.

### Список використаних джерел

1. Електронний ресурс <https://tandf.in.ua/animal-feed-conditioning/>. (Дата звернення 03.10.24 р.)
2. Жуков В. П., Курнаєв О. М., Кондратюк Д. Г. Вплив технологічних прийомів на інтенсивність вологовіддачі та втрати листя бобовими травами при заготівлі сіна. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 244–246.
3. Курнаєв А. Н., Нікітенко Л. Г. Шляхи збереження енергетичної та протеїнової цінності люцернового сіна при машинній технології заготівлі. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 92-97.
4. Комаха В.П. Удосконалення технологічного процесу та обґрунтування параметрів косарки-плющилки : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 /Вінницький нац. аграрний ун-т. Вінниця, 2012. 173 с.
5. Кондратюк Д. Г., Гуменюк О. Ю. Оцінка якості роботи машин для ворущіння, згрібання і перевертання скошених трав. *Праці Таврійської державної аграрної академії*. 2006. Вип. 44. С. 64-68.
7. Характеристика технологічних процесів плющення. Агротехнічні вимоги. <https://tandf.in.ua/animal-feed-conditioning/> (Дата звернення 07.10.2024.)
8. [Кондратюк Д.Г., Труханська О.О., Прядкін М.О. Аналіз конструкцій](#)

Денис МАЦИПУРА<sup>48</sup>,  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологійний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## СУЧАСНІ СИСТЕМИ, АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄСТВА АПК

*Анотація.* У статті розглянуто сучасні системи автономного енергозабезпечення, що використовуються на підприємствах агропромислового комплексу (АПК). Приділено увагу основним типам автономних джерел енергії, таким як сонячна та вітрова енергетика, а також біогазові установки. Проаналізовано переваги та недоліки кожного виду систем, їхню ефективність та економічну доцільність для сільського господарства. Окремо розглянуто системи зберігання енергії, зокрема акумуляторні батареї, та їхній внесок у забезпечення безперервної роботи підприємств. У статті також висвітлено перспективи розвитку автономного енергозабезпечення для аграрного сектору України, зокрема у контексті зростаючої вартості традиційних енергоносіїв та екологічних переваг.

*Annotation.* The article examines modern systems of autonomous energy supply used at enterprises of the agro-industrial complex (APC). Attention is paid to the main types of autonomous energy sources, such as solar and wind energy, as well as biogas plants. The advantages and disadvantages of each type of system, their effectiveness and economic feasibility for agriculture are analyzed. Energy storage systems, in particular batteries, and their contribution to ensuring uninterrupted operation of enterprises are considered separately. The article also highlights the prospects for the development of autonomous energy supply for the agricultural sector of Ukraine, particularly in the context of the growing cost of traditional energy sources and environmental benefits.

**Вступ.** Автономне енергозабезпечення – це комплекс технічних рішень, що дозволяють підприємствам АПК функціонувати незалежно від централізованих джерел електропостачання. Це стає особливо актуальним у сільських районах, де мережа часто нестабільна.

Ціль статті – розглянути основні сучасні технології та системи, які використовуються для автономного енергозабезпечення підприємств АПК, їх

---

<sup>48</sup>Науковий керівник- Купчук І.М., к.т.н., доцент кафедри інженерної механіки та технологічний процесів в АПК

переваги та виклики, а також перспективи розвитку в Україні.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні джерела автономного енергозабезпечення

Сонячна енергетика. Сонячні панелі стали популярним вибором для багатьох підприємств. Вони ефективні у виробництві електроенергії, особливо у південних регіонах з великою кількістю сонячних днів. Зазвичай використовуються кремнієві панелі, а для оптимізації виробництва використовують трекінгові системи, що слідкують за положенням сонця.

Перевагами використання є: екологічна чистота та відсутність шкідливих викидів; високий рівень автономності при наявності акумуляторних систем зберігання.

Серед основних недоліків можна відмітити: залежність від погодних умов та початкові інвестиції в обладнання та інфраструктуру.

## 2. Вітрова енергетика

Вітрові електростанції є ефективними у регіонах з високою середньорічною швидкістю вітру. Особливо популярні в районах з відкритими просторами, де вітер постійно дує.

Перевагами використання є: здатність працювати вночі та в будь-який час року, мінімальні експлуатаційні витрати.

Серед основних недоліків можна відмітити: потреба в значних площах для розміщення турбін, шумове та візуальне забруднення.

## 3. Біогазові установки

Біогазові установки дають можливість переробляти аграрні відходи (гній, залишки рослин) у біогаз, який використовується для виробництва електроенергії.

Перевагами використання є: два в одному: утилізація відходів та виробництво енергії, незалежність від погодних умов та сталість виробництва енергії.

Серед основних недоліків можна відмітити: потреба в постійному постачанні біомаси, висока вартість будівництва та обслуговування установок.

**Таблиця 1**

**Основні типи джерел автономного енергозабезпечення**

Джерело енергії	Початкові витрати	Операційні витрати	Екологічний вплив	Переваги	Недоліки
Сонячні панелі	Високі	Низькі	Мінімальний	Висока надійність, довговічність	Залежність від погоди
Вітрові турбіни	Високі	Низькі	Низький	Виробництво енергії вночі	Потребують відкритих просторів
Біогазові установки	Середні	Середні	Помірний	Утилізація відходів	Потребують постійного постачання біомаси

Системи зберігання енергії. Для забезпечення безперервності енергопостачання потрібні системи зберігання енергії, такі як акумулятори, які накопичують енергію у періоди надлишкового виробництва та віддають її при необхідності.

#### Акумулятори

Сучасні літій-іонні акумулятори, що відрізняються високою щільністю енергії та тривалим терміном служби, найчастіше застосовуються у підприємствах АПК. Альтернативи включають свинцево-кислотні акумулятори та інноваційні батареї на основі твердої фази.

#### Системи керування енергоспоживанням

Для оптимізації роботи автономних систем впроваджуються інтелектуальні системи керування, що дозволяють прогнозувати потребу в електроенергії, обирати джерела енергії та управляти запасами.

#### Переваги та виклики впровадження автономних систем

Перевагами використання є: зменшення залежності від централізованих джерел енергії, зменшення витрат на енергопостачання у довгостроковій перспективі, підвищення стійкості підприємства до коливань цін на енергоносії.

Серед основних викликів можна назвати: початкові капіталовкладення та необхідність у кваліфікованому персоналі для обслуговування систем, залежність деяких технологій від природних умов, потреба у вирішенні питань зберігання та утилізації компонентів.

На круговій діаграмі можна показати популярність різних джерел автономного енергозабезпечення серед підприємств АПК, таких як сонячна, вітрова та біогазова енергетика.

**Таблиця 2**

#### *Ефективність сонячних панелей в залежності від місця розташування*

Регіон	Середньорічна кількість сонячних днів	Встановлена потужність (кВт/м <sup>2</sup> )	Очікувана генерація енергії (кВт·год/рік)
Південь	220	1,5	3000
Центр	190	1,3	2500
Північ	150	1,0	2000

На лінійній діаграмі можна показати, як зростає ефективність виробництва енергії вітровими турбінами в залежності від середньої швидкості вітру в регіоні.

**Таблиця 3**

#### *Основні типи акумуляторів для зберігання енергії*

Тип акумулятора	Переваги	Недоліки	Середня вартість (USD/кВт·год)
Літій-іонний	Висока щільність енергії, довгий термін служби	Висока вартість, ризик займання	137
Свинцево-кислотний	Низька вартість	Короткий термін служби, токсичні матеріали	50
Нікель-	Витримує низькі	Висока вартість,	200



Тип акумулятора	Переваги	Недоліки	Середня вартість (USD/кВт·год)
кадмієвий	температури	токсичні метали	

Перспективи розвитку автономного енергозабезпечення в АПК України  
Зростання вартості традиційних енергоносіїв та підтримка державних програм роблять автономне енергозабезпечення перспективним напрямком для українського АПК. Сучасні дослідження та технологічні розробки вказують на збільшення ефективності та доступності систем, таких як біогазові установки, сонячні та вітрові електростанції.



*Рис. 1. Економія коштів при впровадженні автономного енергозабезпечення*

На графіку показано порівняння витрат на енергозабезпечення підприємств агропромислового комплексу за умови впровадження автономних систем та без них у період з 2020 по 2024 рік. Видно, що підприємства, які використовують автономні системи, знижують свої витрати на енергопостачання, тоді як витрати для підприємств без автономного енергозабезпечення стабільно зростають. Це підтверджує економічну доцільність переходу на автономне енергозабезпечення у довгостроковій перспективі.

**Висновок.** Автономне енергозабезпечення в агропромисловому комплексі (АПК) стає все більш важливим через низку факторів. Перш за все, використання автономних джерел енергії, таких як сонячні батареї, вітрові турбіни та біогазові установки, допомагає знизити залежність від зовнішніх енергопостачальників. Це дає змогу підприємствам в АПК стати більш незалежними від коливань цін

на енергоносії та ризиків перебоїв у постачанні. Враховуючи постійне зростання вартості енергоресурсів, впровадження таких технологій є економічно вигідним. Окрім економії, автономне енергозабезпечення сприяє розвитку екологічно стійких методів виробництва. Використання відновлюваних джерел енергії допомагає зменшити викиди парникових газів, що є особливо важливим у контексті глобальних змін клімату. Екологічно чиста енергія не тільки відповідає сучасним вимогам сталого розвитку, але й покращує репутацію підприємств серед екологічно свідомих споживачів. До того ж автономне енергозабезпечення сприяє інноваційному розвитку АПК, дозволяючи аграрним підприємствам застосовувати новітні технології для підвищення продуктивності. Наприклад, використання дронів, автоматизації процесів вирощування та збору врожаю потребує стабільного та надійного джерела енергії, яке може забезпечити тільки автономна енергосистема. Таким чином, автономне енергозабезпечення є важливою складовою успішного та сталого розвитку агропромислового комплексу, забезпечуючи економічні, екологічні та технологічні переваги для підприємств цього сектору.

#### **Список використаних джерел**

1. Веб-сайт. [https://library.wunu.edu.ua/images/stories/naukovi%20zhurnaly/economichnyy%20analiz/2014/EA\\_16\\_1.pdf](https://library.wunu.edu.ua/images/stories/naukovi%20zhurnaly/economichnyy%20analiz/2014/EA_16_1.pdf) (дата звернення 05.10.2024)
2. Веб-сайт. <https://nam.kyiv.ua/files/publications/978-966-8406-88-1-konf-compressed.pdf> (дата звернення 05.10.2024)
3. Веб-сайт <https://charge2go.com.ua/systemy-enerhoobespechenia/> (дата звернення 05.10.2024)
4. Веб-сайт. [https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/materialy2020\\_04.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/materialy2020_04.pdf) (дата звернення 05.10.2024)

НАПРЯМ

5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ  
РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА  
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

Олександр ХРУСТІВСЬКИЙ<sup>1</sup>,

студент 3-го курсу,  
факультет ветеринарної медицини,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН У ВЕТЕРИНАРНІЙ  
МЕДИЦИНІ

***Анотація.** Дана стаття розглядає використання стовбурових клітин у ветеринарній медицині як один із перспективних напрямків лікування різноманітних захворювань у тварин. В статті зазначається, що стовбурові клітини мають унікальні регенеративні властивості, які можуть бути застосовані для відновлення пошкоджених тканин, лікування хронічних захворювань та покращення якості життя тварин. Особлива увага приділяється сучасним дослідженням, що підтверджують ефективність використання стовбурових клітин у ветеринарній практиці. Також вказується на необхідність подальших наукових досліджень та стандартизації процедур для забезпечення безпеки та ефективності лікування. У цілому, стаття підкреслює важливість впровадження інноваційних методів лікування в сучасну ветеринарну медицину для покращення здоров'я і добробуту тварин.*

***Ключові слова:** стовбурові клітини, регенерація, лікування, ветеринарна медицина, здоров'я тварин.*

***Annotation.** This article examines the use of stem cells in veterinary medicine as one of the promising approaches for treating various animal diseases. The article highlights that stem cells possess unique regenerative properties that can be applied*

---

<sup>1</sup>Науковий керівник: Колечко А.В., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ

*for tissue repair, treatment of chronic diseases, and improving the quality of life for animals. Special attention is given to recent research that confirms the effectiveness of stem cell use in veterinary practice. The article also emphasizes the need for further scientific research and the standardization of procedures to ensure the safety and efficacy of treatments. Overall, the article underscores the importance of integrating innovative treatment methods into modern veterinary medicine to enhance animal health and well-being.*

**Key words:** stem cells, regeneration, treatment, veterinary medicine, animal health.

**Вступ.** Регенеративна медицина розвиває методи відновлення пошкоджених клітин, органів і тканин. Стовбурові клітини, здатні до самовідновлення і диференціації, використовуються для регенерації тканин після уражень, вони є одними з найперспективніших інструментів у сучасній ветеринарній медицині, завдяки своїм унікальним властивостям самооновлення та диференціювання. Вони здатні утворювати різні типи клітин і тканин, що відкриває широкі можливості для лікування складних захворювань у тварин, зокрема хронічних та дегенеративних. Ідея терапії стовбуровими клітинами, вперше запропонована в 1991 році Капланом [1], передбачає їхнє культивування та розмноження в лабораторних умовах. Найбільш перспективними для терапії є мезенхімальні стовбурові клітини (МСК) [2], завдяки простоті їх ізоляції та відсутності етичних проблем. МСК все більше застосовуються у ветеринарії для лікування різних захворювань у тварин, зокрема ортопедичних, травних, кардіологічних та інших. Незважаючи на прогрес, деякі аспекти їх використання ще потребують дослідження.

Мета цієї статті - узагальнення знань про стовбурові клітини у ветеринарії та представлення клінічних результатів їх застосування.

**Виклад основного матеріалу.** Стовбурові клітини є недиференційованими клітинами, які мають потенціал самовідновлення і диференціації в спеціалізовані клітини. Вони утворюють всі типи клітин в організмі та є основою для тканин і органів. Стовбурові клітини можуть поділятися симетрично (клонування) або асиметрично, створюючи як нові стовбурові клітини, так і клітини, що диференціюються.

Існує п'ять основних типів стовбурових клітин [3]:

1) *Ембріональні стовбурові клітини (ЕСК)* - отримані з внутрішньої клітинної маси бластоцисти, вони здатні до формування різних типів тканин.

2) *Амніотичні епітеліальні клітини (АЕК)* - походять з амніотичної мембрани, можуть диференціюватися в різні клітини, але не утворюють тератоми і не експресують теломеразу.

3) *Фетальні стовбурові клітини (ФСК)* - виділяються з тканин ембріона до 12-го тижня вагітності, мають менший ризик відторгнення і не викликають тератоми.

4) *Епітеліальні стовбурові клітини (UCE)* - походять з епітелію пуповини, можуть диференціюватися в різні клітини-попередники і присутні в багатьох органах.

5) *Мезенхімальні стовбурові клітини (МСК)* - мають потенціал до самовідновлення і багатолінійної диференціації, їх можна виділити з різних тканин.

Стовбурові клітини застосовуються в медичній практиці для лікування різних захворювань, таких як гематологічні, офтальмологічні, ендокринологічні, неврологічні та інші.

У ветеринарній медицині на даний момент використовуються три основні підходи до лікування травм сухожиль, зв'язок або хрящів/суглобів у коней та собак за допомогою стовбурових клітин [4]:

1) *Культурально розширені клітини з кісткового мозку* - перший підхід полягає у використанні клітин, які були розширені в культурі і отримані з аспірату кісткового мозку.

2) *Концентрована змішана клітинна популяція з кісткового мозку* - другий підхід використовує концентровану змішану клітинну популяцію, отриману з аспірату кісткового мозку.

3) *Змішана ядерна клітинна популяція з жирової тканини* - третій метод передбачає використання змішаної ядерної клітинної популяції, отриманої з жирової тканини [5].

*Мезенхімальні стовбурові клітини, отримані з кісткового мозку (BM-MSK)*, мають низку переваг: їх легко добути за допомогою відносно малоінвазивних методів, і вони демонструють вищу здатність до диференціювання в клітини тканин опорно-рухового апарату порівняно з іншими типами MSC [6]. Крім того, BM-MSK отримали найбільшу увагу в наукових дослідженнях і, як наслідок, є найбільш детально вивченими. Однак одним з недоліків використання культивованих BM-MSK є затримка від 3 до 6 тижнів між моментом забору аспірату кісткового мозку і початком лікування, що пов'язано з необхідністю вирощування MSC. Для отримання стовбурових клітин кістковий мозок зазвичай збирають із грудини або тазового виступу коней під час седативного впливу або під час операції, коли кінь вже перебуває під анестезією. Хоча ультразвукове дослідження може бути використане для ідентифікації цих місць, воно не є обов'язковим для фахівців, які добре знають анатомію цієї області. У собак кістковий мозок зазвичай аспірують із проксимальної частини плечової кістки, проксимальної частини стегнової кістки або тазового виступу.

*Концентрати кісткового мозку (ВМС)* створені для збільшення концентрації стовбурових клітин, тромбоцитів та анаболічних факторів росту [7]. При поєднанні з тромбінами, фібриноген, що міститься в ВМС, перетворюється у фібрин, утворюючи міцний каркас. Цей каркас забезпечує стабільне розміщення клітин і факторів росту на конкретній ділянці.

*Стовбурові клітини, отримані з жирової тканини (ADSCs)*, в даний час виділяються за допомогою методу, який включає використання клітин, що походять із жирової тканини, яку хірургічно видаляють у коней або собак. ADSCs ізолюються і вводяться без попереднього культивування. Цей підхід має перевагу над культивованими BM-MSCs завдяки швидшій доставці клітин (протягом 48 годин). Тим не менш, хоча з жирової тканини можна отримати велику кількість ядерних клітин, лише невеликий відсоток з них є стовбуровими клітинами. У людей лише від 0.7% до 5% ядерних клітин у стромально-судинній фракції є стовбуровими клітинами [8].

*Загоєння ран.* Дослідження продемонстрували, що стовбурові клітини з кісткового мозку (BM-MSCs) можуть істотно впливати на процес загоєння ран у тварин завдяки своїй здатності до клітинної диференціації та вивільнення паракринних факторів. BM-MSCs виявили ефективність у сприянні загоєнню діабетичних ран [9]. Останні дослідження вказують на те, що алогенічні BM-MSCs демонструють аналогічні результати у виживанні, приживленні та загоєнні ран, як і сингенічні BM-MSCs. Рани, що обробляються BM-MSCs, загоюються значно швидше, з покращенням епітелізації, клітинності та ангиогенезу. BM-MSCs не тільки диференціюються у кератиноцити і утворюють структури, подібні до придатків, але й сприяють проліферації ендогенних кератиноцитів і збільшують кількість регенеруючих структур, схожих на придатки [10]. Навіть ксеногенні людські MSCs використовувалися для лікування розрізів і регенерації тканин у кроликів та овець [11]. Крім того, мезенхімальні стовбурові клітини з пуповини (WJMSCs) також застосовувалися для лікування шкірних ран у кіз [12].

*Тендиніт.* Використання стовбурових клітин з кісткового мозку (BM-MSCs) для лікування ушкоджень сухожилів підкріплене експериментальними дослідженнями на конях та лабораторних тваринах, де клітини імплантували у сухожилля, пошкоджені хірургічним шляхом або коллагеназою. Ці дослідження продемонстрували позитивний вплив на організацію, склад і механічні властивості тканин сухожилів та зв'язок, в які були імплантовані MSC [13]. Різні експериментальні підходи відрізняються кількістю введених BM-MSCs (від  $0,5$  до  $10 \times 10^6$ ), типом транспортного середовища (плазма, фосфатно-сольовий буфер, надосадова рідина кісткового мозку) та часом введення після травми (до 2 тижнів) [14].

Перше клінічне використання BM-MSCs було зафіксоване в 2003 році [15]. Нещодавно проведене невелике контрольне дослідження ( $n = 11$ ) показало, що 90% коней, яким проводили лікування BM-MSCs, успішно відновилися до попереднього рівня спортивної активності, і жоден з них не зазнав повторної травми поверхневого згинача пальця протягом 2 років. У той же час всі коні з контрольної групи отримали повторні травми [16]. Інше дослідження, що охоплювало період не менше 3 років, виявило значне зниження частоти повторних травм у коней, які брали участь у Національних полюваннях і

отримували лікування BM-MSCs, порівняно з історичною контрольованою групою, що отримувала традиційне лікування (23% проти 66%) [17].

Сучасні доклінічні та клінічні дослідження переважно зосереджені на ролі стовбурових клітин у регенерації тканин, не враховуючи їх потенційні імуномодельючі властивості для відновлення сухожилля. Це, ймовірно, пояснюється тим, що концепція імуномоделяції є новішою порівняно з традиційним підходом, який акцентує увагу на диференціації стовбурових клітин у клітини, специфічні для певних тканин. Хоча в цих дослідженнях вивчали різні стовбурові властивості клітин, випадки утворення пухлин або ектопічних кісткових чи хрящових тканин не були зафіксовані ні в клінічних, ні в наукових дослідженнях.

Було також виявлено, що комбінація механічного стимулювання та стовбурових клітин, отриманих з кісткового мозку і жирової тканини, сприяє регенерації тканин сухожилля і відновленню природного руху. Автологічні MSCs з кісткового мозку разом із колагеновим гелем застосовувалися для лікування хірургічно індукованих дефектів сухожилля колінної чашечки у дорослих новозеландських білих кроликів. Через 4 тижні після терапії у групі, яка отримала лікування, було відзначено суттєве поліпшення біомеханічних характеристик сухожилля [18][19].

*Травми хрящів/остеоартрит.* Мезенхімальні стовбурові клітини з кісткового мозку (BM-MSCs), розширені в культурі, були досліджені на моделі гострої травми хряща у коней [20]. За результатами артроскопії та біопсії, проведених через 30 днів після терапії, уражені ділянки, які лікувалися BM-MSCs, демонстрували значно кращі результати в порівнянні з контрольними групами, що отримали лише фібринові трансплантати.

У дослідженні на моделі раннього остеоартриту (OA) у коней було проведено порівняння ефективності BM-MSCs та фракції стромально-судинної тканини, отриманої з жирової тканини (ADSCs) [21]. Результати показали, що суглоби, лікувані BM-MSCs, мали значно менше синовіального випоту та знижені рівні простагландину E2 (PGE2) в порівнянні з суглобами, які обробляли ADSCs. Це вказує на потенціал стовбурових клітин у терапії подібних захворювань [22]. На відміну від цього, ADSCs викликали підвищення концентрації прозапального цитокіну фактора некрозу пухлини альфа в синовіальній рідині.

Щодо терапії остеоартриту у собак, існує два дослідження, що підтверджують покращення клінічних ознак після застосування ADSCs. У подвійному сліпому дослідженні, яке аналізувало вплив ADSCs на тазостегновий суглоб собак, ветеринари зафіксували покращення клінічних симптомів [23]. Друге, неконтрольоване дослідження, яке оцінювало використання ADSCs для лікування остеоартриту ліктьового суглоба, також показало позитивні результати [24].

*Ішемічне ураження мозку.* Терапія нейрональними стовбуровими клітинами (НСК) відкриває нові перспективи для лікування

нейродегенеративних захворювань. Для успішного впровадження в уражені клітини мозку необхідні етапи ізоляції, збагачення та розмноження нейрональних стовбурових клітин. Ураження центральної нервової системи, викликані інсультом, є однією з основних причин смертності та інвалідності серед людей. Трансплантація мезенхімальних стовбурових клітин (MSC) безпосередньо в мозок дорослих гризунів продемонструвала безпеку та зменшення функціональних порушень, спричинених інсультом [25], що підтверджує потенціал MSC як перспективних кандидатів для лікування інсультних ушкоджень [26].

Використання екзогенних стовбурових клітин має кілька переваг, включаючи їх потенціал без обмежень у кількості та можливість контролювати їх подальшу долю, обсяг, час і місце введення. Значні покращення функцій, які спостерігалися в тваринних моделях після введення клітин як нейронного, так і не нейронного походження в умовах ішемічного ураження мозку, є обнадійливими [27]. Крім того, MSC показали свою ефективність у лікуванні церебрального інфаркту та ішемії [28].

*Інфаркт міокарда.* Серцеві захворювання є головною причиною смертності серед певних порід, таких як кавалер-кінчарльз-спаніель. Терапія стовбуровими клітинами має потенціал зменшити втрату кардіоміоцитів, сприяти реваскуляризації пошкоджених ділянок і відновлювати скоротливу функцію серця, знижуючи утворення рубців [29]. Терапія стовбуровими клітинами, отриманими з жирової тканини та кісткового мозку, успішно застосовувалася для лікування інфаркту міокарда у собак [30]. Аутологічні стовбурові клітини з кісткового мозку також стають все популярнішими для лікування інфаркту міокарда [31]. Введення MSCs може поліпшити функцію серця після гострого інфаркту міокарда, що ймовірно пов'язано з їх кардіопротекторними властивостями [32].

*Лікування печінки та лейкемії.* Вперше стовбурові клітини печінки у дорослому кістковому мозку були виявлені у 1999 році. MSCs можна перетворювати в клітини печінки за допомогою специфічних факторів росту, таких як фактор росту гепатоцитів (HGF) [33][34].

Алогенна трансплантація кісткового мозку (BMT) використовується для лікування злоякісних гематологічних захворювань та генетичних розладів. Вона включає індукцію імунної реакції проти лейкемії (GVL), що сприяє усуненню патологічних клітин і лікуванню раку [35][36].

**Висновки.** У цій статті підкреслено важливість стовбурових клітин як перспективного інструменту у ветеринарній медицині для лікування різних захворювань у тварин. Стовбурові клітини мають унікальні регенеративні властивості, що дозволяють їх використовувати для відновлення пошкоджених тканин, покращення якості життя тварин, а також лікування хронічних та дегенеративних захворювань. Особлива увага приділена мезенхімальним стовбуровим клітинам (МСК), які виявилися ефективними у ветеринарній практиці завдяки своїй здатності до диференціації в різні типи клітин.



Незважаючи на швидкий розвиток досліджень у галузі стовбурових клітин, використання клітинної терапії у ветеринарії знаходиться на ранніх стадіях. Подальші наукові дослідження необхідні для оптимізації лікувальних методів на основі стовбурових клітин, зокрема, у ветеринарії.

Основні експериментальні та доклінічні дослідження властивостей алогенних мезенхімальних стовбурових клітин тваринного походження і розробка науково обґрунтованих методів їх використання у ветеринарній клітинній регенеративній терапії проводяться лише в НУБіП України впродовж 15 років за фінансової підтримки МОН України.

Дослідження демонструють перспективність використання стовбурових клітин для загоєння ран, лікування тендиніту та інших патологій опорно-рухового апарату, що підтверджує їх ефективність у різних клінічних умовах. Проте, попри обнадійливі результати, необхідно продовжувати наукові дослідження, щоб покращити методики використання стовбурових клітин, стандартизувати процедури та забезпечити безпеку лікування.

Існує можливість використання мезенхімальних стовбурових клітин (МСК), отриманих від молодих здорових тварин-донорів, зберігання їх у кріобанку і подальше застосування за потреби. Це дозволяє уникнути тривалого очікування, як у випадку з аутотерапією, що є перевагою підходу «донор-кріобанк-тварина-реципієнт».

Впровадження інноваційних методів, зокрема стовбурової терапії, є важливим кроком у розвитку сучасної ветеринарної медицини, що сприяє покращенню здоров'я та добробуту тварин.

### Список використаної літератури

1. Каплан А.І. (1991). Мезенхімальні стовбурові клітини. *Журнал ортопедичних досліджень*. № 9 (5). Raven Press, Ltd., Нью-Йорк. С. 641-650.
2. Мазуркевич А. Й., Савчук Т. Л., Бокотько Р. Р., Малюк М. О., Кладницька Л. В., Ковпак В. В., Харкевич Ю. О. Науково-методичні рекомендації «Використання стовбурових клітин для лікування ушкоджень кісткової тканини». Київ. 2022. С. 7-8.
3. Міжнародне товариство досліджень стовбурових клітин (ISSCR). *Керівні принципи досліджень стовбурових клітин та їх клінічного застосування*. 2016.
4. Masharing, N., Kumar, S., Mahanta, N., Dewry, R. K., Kalita, M. K., & Kumar, A. (2017). Застосування стовбурових клітин у ветеринарній медицині. *Indian Journal of Hill Farming*, спеціальний випуск, с.2.
5. Fortier L. A., Travis A. J. (2011). *Огляд: Використання стовбурових клітин у ветеринарній медицині*. Дослідження та терапія стовбурових клітин, № 2. С. 9.
6. Kisiday J. D., Kopesky P. W., Evans C. H., Grodzinsky A. J., McIlwraith C. W., & Frisbie D. D. Investigation of chondrogenic differentiation in hydrogel

cultures using adult progenitor cells derived from equine bone marrow and adipose tissue. *Journal of Orthopaedic Research*. 2008. № 26(3). P. 322–331.

7. Fortier L. A., Potter H. G., Rickey E. J., Schnabel L. V., Foo L. F., Chong L. R., Stokol T., Cheatham J., Nixon A. J. In an equine model of substantial cartilage loss, concentrated bone marrow aspirate demonstrates superior cartilage repair compared to microfracture. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2010. № 92(10). P.1927-1937.

8. Jurgens W. J., Oedayrajsingh-Varma M. J., Helder M. N., Zandiehoulabi B., Schouten T. E., Kuik D. J., Ritt M. J., van Milligen F. J. (2008). Influence of the tissue-harvesting location on the yield of adipose-derived stem cells: Considerations for cell-based therapeutic approaches. *Cell and Tissue Research*. № 332(2). P. 415-426.

9. Gade N. E., Pratheesh M. D., Nath A., Dubey P. K., Amarpal & Sharma G. T. A comprehensive review on stem cell therapy applications in animal sciences. *Agricultural Reviews*. 2012. № 33(2). P.150-158.

10. Wu Y., Zhao R. H., & Tredget E. E. Overview: The role of bone marrow-derived stem/progenitor cells in skin repair and regeneration. *Stem Cells*. 2010. № 28(5). P. 905-915.

11. Mackenzie T. C., & Flake A. W. Human mesenchymal stem cells remain active, showing site-specific multipotential differentiation in wound healing sites after fetal sheep transplantation. *Blood Cells, Molecules, and Diseases*. 2001. № 27(3). P. 601-604.

12. Azari O., Babaei H., Derakhshanfar A., Nematollahi-Mahani S., Poursahebi R., & Moshrefi M. Histopathological assessment of mesenchymal stem cells from Wharton's jelly of caprine umbilical cord in cutaneous wound healing. *Veterinary Research Communications*. 2011. № 35(4). P. 211-222.

13. Schnabel L. V., Lynch M. E., van der Meulen M. C., Yeager A. E., Kornatowski M. A., & Nixon A. J. Structural healing improvements in equine flexor tendons using mesenchymal stem cells and IGF-I gene enhancement. *Journal of Orthopaedic Research*. 2009. № 27(11). P.1392-1398.

14. Butler D. L., Juncosa-Melvin N., Boivin G. P., Galloway M. T., Shearn J. T., Gooch C., & Awad H. Multidisciplinary strategies using mesenchymal stem cells, bioscaffolds, and mechanical stimuli for tendon repair. *Journal of Orthopaedic Research*. 2008. № 26(1). P. 1-9.

15. Smith R. K., Korda M., Blunn G. W., & Goodship A. E. Implantation of autologous mesenchymal stem cells derived from equine bone marrow into superficial flexor tendons: A novel therapeutic approach. *Equine Veterinary Journal*. 2003. № 35(1). P. 99-102.

16. Pacini S., Spinabella S., Trombi L., Fazzi R., Galimberti S., Dini F., Carlucci F., Petrini M. Utilization of undifferentiated mesenchymal stem cell suspensions for repairing superficial digital flexor tendons in racehorses. *Tissue Engineering*. 2007. № 13(12). P. 2949-2955.

17. Godwin E. E., Smith R. K. W. Bone marrow mesenchymal progenitor cell implantation improves outcomes in horses with over-strain injuries to the superficial digital flexor tendon. *Equine Veterinary Journal*.
18. Awad H., Butler D., Boivin G., Smith F. N., Malaviya P., Huibregtse B., Caplan A. I. Autologous mesenchymal stem cells for tendon repair: An innovative approach. *Tissue Engineering*. 1999. № 5(3). P. 267-277.
19. Krampera M., Pizzolo G., Aprili G., Franchini M. Mesenchymal stem cell applications for the repair of bone, cartilage, tendons, and skeletal muscle. *Bone*. 2006. № 39(4). P. 678-683.
20. Wilke M. M., Nydam D. V., Nixon A. J. Arthroscopic mesenchymal stem cell implantation enhances early cartilage formation in equine models of articular defects. *Journal of Orthopaedic Research*. 2007. № 25(7). P. 913-925.
21. Frisbie D. D., Kisiday J. D., Kawcak C. E., Werpy N. M., McIlwraith C. W. Comparative study of adipose-derived stromal vascular fractions and bone marrow-derived mesenchymal stem cells for osteoarthritis treatment. *Journal of Orthopaedic Research*. 2009. № 27(12). P. 1675-1680.
22. Najar M., Raicevic G., Boufker H. I., Kazan H. F., Bruyn C. D., Meuleman N., Bron D., Toungouz M., Lagneaux L. Mesenchymal stromal cells use PGE2 to modulate activation and proliferation of lymphocyte subsets: Combined comparison of adipose tissue, Wharton's Jelly, and bone marrow sources. *Cellular Immunology*. 2010. № 264 (2). P. 171-179.
23. Black L. L., Gaynor J., Gahring D., Adams C., Aron D., Harman S., Gingerich D. A., Harman R. (2007). Effect of adipose-derived mesenchymal stem and regenerative cells on lameness in dogs with chronic osteoarthritis of the coxofemoral joints: A randomized, double-blinded, multicenter, controlled trial. *Veterinary Therapy*. № 8(4). P. 272-284.
24. Black L. L., Gaynor J., Adams C., Dhupa S., Sams A. E., Taylor R., Harman S., Gingerich D. A., Harman R. (2008). Autologous adipose-derived mesenchymal stem cells for treating chronic elbow osteoarthritis in dogs: A clinical trial. *Veterinary Therapy*. № 9. P. 192-200.
25. Harris D. T. (2008). Cord blood stem cells: A review of potential neurological applications. *Stem Cell Reviews*. № 4 (3). P. 269-274.
26. Burns T. C., Verfaillie C. M., Low W. C. Stem cells for ischemic brain injury: A critical review. *Journal of Comparative Neurology*. 2009. № 515(1). P. 125-144.
27. Gage F. H. (2000). Mammalian neural stem cells: A comprehensive review. *Science*. № 287(5457). P. 1433-1438.
28. Chen J., Li Y., Wang L., Zhang Z., Lu D., Lu M., Chopp M. Intravenous bone marrow stromal cell therapy after ischemic stroke in rats. *Stroke*. 2001. № 32(1). P. 43-49.
29. Caspi O., Huber I., Kehat I., Habib M., Arbel G., Gepstein A., Yankelson L., Aronson D., Beyar R., Gepstein L. Cardiomyocyte transplantation derived from

human embryonic stem cells improves heart function in infarcted rat models. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007. № 50(19). P.1884-1893.

30. Anderson Q. Osiris trumpets its adult stem cell product. *Genetic Engineering and Biotechnology News*. Mary Ann Liebert, Inc. 2008. P.13.

31. Udehiya R. K., Amarpal Aithal H. P., Kinjavdekar P., Pawde A. M., Singh R., Sharma G. T. Cardiomyocyte transplantation derived from human embryonic stem cells improves heart function in infarcted rat models. *Research in Veterinary Science*. 2013. № 94. P. 743-750.

32. Zhao D. C., Lei J. X., Chen R., Yu W. H., Zhang X. M., Li S. N., Xiang P. Protective effects of bone marrow mesenchymal stem cells against liver fibrosis in rats. *World Journal of Gastroenterology*. 2005. № 11. P. 3431-3440.

33. Oyagi S., Hirose M., Kojima M., Okuyama M., Kawase M., Nakamura T., Ohgushi H., Yaqi K. Transplanting HGF-treated bone marrow mesenchymal cells for treating CCl4-induced liver damage in rats. *Journal of Hepatology*. 2006. № 44. P. 742-748.

34. Lin F., Kirkland M. A., van Rhee, F. V., Chase A., Coulthard S., Bungey J., Goldman N. C. J. M. Molecular analysis of transient cytogenetic relapse after allogeneic bone marrow transplantation for chronic myeloid leukemia. *Bone Marrow Transplant*. 1996. № 18. P. 1147.

35. Slavin S., Nagler A., Naparstek E., Kapelushnik Y., Aker M., Cividalli G., Varadi G., Kirschbaum M., Ackerstein A., Samuel S., Amar A., Brautbar C., Ben-Tal O., Eldor A. Non-myeloblastic stem cell transplantation and cell therapy as an alternative to conventional bone marrow transplantation with lethal cytoreduction for the treatment of malignant and non-malignant hematologic diseases. *Blood*. 1998. № 91(3). P. 756-763.

**Богдан БАБІНСЬКИЙ<sup>2</sup>,**  
магістр 2-го року навчання,  
**Вікторія НЕЧУЙ,**  
магістр 1-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки в тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ КРАТНОСТІ ДОЇННЯ І СПОСОБІВ УТРИМАННЯ ПРИ РОЗДОЮВАННІ НА ХАРАКТЕР ЛАКТАЦІЇ КОРІВ**

*Анотація.* В сучасних умовах інтенсивного ведення молочного тваринництва ключовим аспектом є підвищення вимог до продуктивності

---

<sup>2</sup>Науковий керівник: Тетяна Голубенко, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

худоби, а складна економічна ситуація диктує необхідність збільшення ефективності виробництва. Підвищення продуктивності корів і оптимізація праці на молочних фермах веде до зниження виробничих витрат, що досягається шляхом концентрації та спеціалізації галузі, покращення раціонів годівлі, впровадження комплексної механізації та часткової автоматизації технологічних процесів. Дослідження свідчать, що продуктивність корів суттєво залежить від частоти доїння та умов утримання під час періоду роздою. Зокрема, триразове доїння впродовж перших чотирьох місяців лактації, як при прив'язному, так і при безприв'язному утриманні, сприяло підвищенню надоїв, а також збільшенню виходу молочного жиру та білка.

**Ключові слова:** відтворення, сервіс-період, осіменіння, лактація, середньодобовий удій, сухостійний період, індекс осіменіння.

**Annotation.** In modern conditions of intensive dairy farming, the key aspect is to increase the requirements for livestock productivity, and the difficult economic situation dictates the need to increase production efficiency. Increasing the productivity of cows and optimizing work on dairy farms leads to a reduction in production costs, which is achieved through the concentration and specialization of the industry, improvement of feeding rations, introduction of complex mechanization and partial automation of technological processes. Studies show that the productivity of cows depends significantly on the frequency of milking and the housing conditions during the parturition period. In particular, milking three times during the first four months of lactation, both in tethered and untethered housing, contributed to an increase in milk yield, as well as an increase in the yield of milk fat and protein.

**Keywords:** reproduction, service period, insemination, lactation, average daily milk yield, dry period, insemination index.

**Вступ.** У молочному тваринництві питання частоти доїння корів та тривалості перерв між доїннями неодноразово привертала увагу дослідників. Більшість фахівців вважає, що для переходу на дворазове доїння необхідно здійснювати відбір тварин за розміром вимені, оскільки лише добре і рівномірно розвинене вим'я може витримувати довгі перерви між доїннями [2, 7].

У країнах із розвиненим молочним скотарством основним показником готовності телиць до осіменіння є їхній зріст. Наприклад, голштинських телиць осіменяють після досягнення висоти в холці 127 см або висоти в крижах 130 см, незалежно від віку чи ваги тварини. Зріст має більший вплив на легкість майбутніх отелень, ніж інші параметри, тому технології вирощування молодняка мають бути спрямовані на отримання великих і здорових телиць [1, 5].

Тому необхідно проводити дослідження, які вивчатимуть вплив способу утримання та частоти доїння корів під час роздоювання після отелення, а також вплив безприв'язного утримання та дворазового доїння у подальший період на показники надоїв і особливості лактації корів.

Мета статті полягає в дослідженні впливу способу утримання та кратності

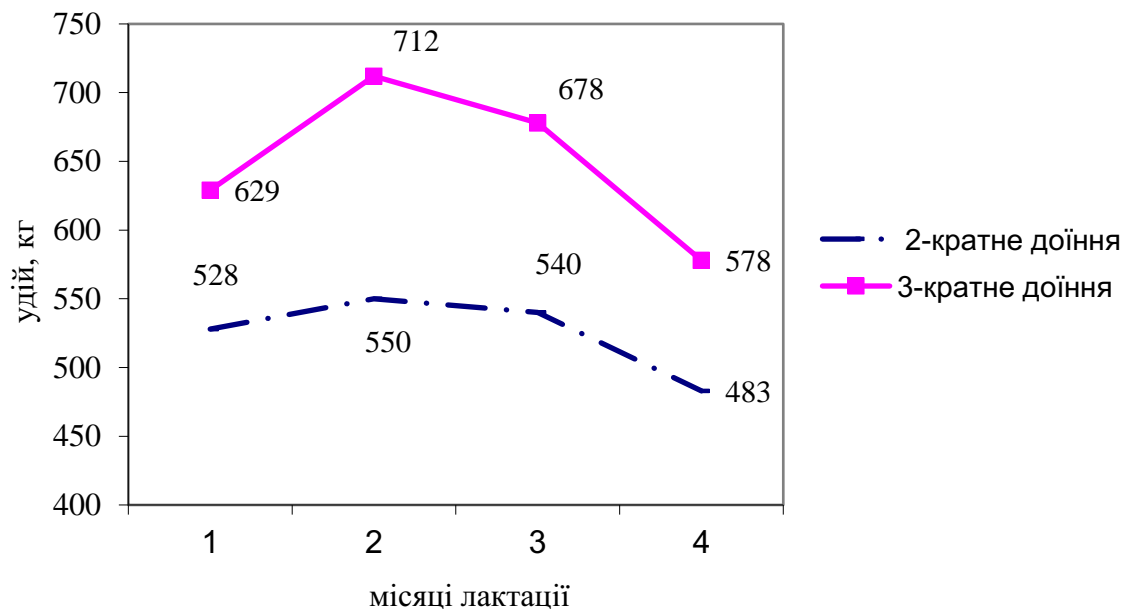
доїння корів у період роздоювання після отелення, а також при безприв'язному утриманні та дворазовому доїнні у подальший період на надої та характер лактації корів.

**Виклад основного матеріалу.** Для досягнення максимальних надоїв проводять роздоювання корів. Індивідуальне роздоювання можливе як при прив'язному, так і при безприв'язному утриманні [3].

Під час дослідження різниця в удоях на користь триразового доїння була помітна як при прив'язному, так і при безприв'язному утриманні, починаючи з першого місяця лактації. Найвищі надої корів усіх груп були досягнуті на другому місяці лактації (рис. 1).

В умовах прив'язного утримання найбільша різниця в удоях спостерігалася на другому місяці лактації – 162 кг, або 29,5%, на користь корів, яких доїли три рази на день. Протягом першого місяця лактації різниця між дворазовим і триразовим доїнням становила 101 кг (16,1%) молока. У третій і четвертий місяці лактації різниця в удоях поступово зменшувалася, становлячи 138 кг (25,6%) та 95 кг (19,7%) відповідно.

При дворазовому доїнні корови, що утримуються на прив'язі, досягли максимальних надоїв у середньому 550 кг на другому місяці лактації. Підйом кривої лактації у них виявився значно нижчим порівняно з коровами, яких доїли три рази на день при аналогічному способі утримання. Якщо у перших різниця в удоях за перший і другий місяці лактації становила 22 кг, то у других – 83 кг.



**Рис. 1. Надої за період роздою у залежності від кратності доїння корів на прив'язному утриманні, кг**

Протягом періоду роздоювання в різні місяці лактації вміст жиру і білка в молоці змінюється. Ці зміни відповідають встановленій раніше закономірності

(табл. 1).

Найвищий вміст жиру в молоці спостерігався у перший місяць після отелення, проте в другому місяці лактації помітно знизився, а пізніше знову почав зростати. Варто відзначити, що вміст жиру в молоці у корів нашого стада є високим, складаючи 3,78% за 2023 рік.

Протягом 120 днів лактації вміст жиру в молоці був вищим при трикратному доїнні як при прив'язному, так і безприв'язному утриманні, відповідно на 0,17% і 0,03%.

Отже, частіше випорожнення вимені сприяло більш повному видоюванню молока і збільшенню вмісту жиру в ньому.

**Таблиця 1**

**Зміна вмісту жиру і білка у молоці в період роздоювання корів після отелення, %**

Утримання	Кількість доїнь	Компоненти молока	Місяці лактації				У середньому
			1	2	3	4	
Прив'язне	2 (I група)	Жир	4,4	3,65	3,94	3,81	3,95
		Білок	3,6	3,28	3,37	3,3	3,39
	3 (II група)	Жир	4,21	3,99	3,78	3,95	3,98
		Білок	3,41	3,17	3,19	3,20	3,24
Безприв'язне	2 (III група)	Жир	4,74	3,55	3,66	3,65	3,90
		Білок	3,59	3,07	3,03	2,96	3,17
	3 (IV група)	Жир	4,9	4,15	3,54	3,70	4,07
		Білок	3,46	3,00	2,80	2,79	3,03

Концентрація білка в молоці за 120 днів лактації виявилася нижчою у корів, яких доїли три рази на день.

Переведення тварин з прив'язного утримання з дворазовим і триразовим доїнням, а також з безприв'язного утримання з триразовим доїнням на безприв'язне утримання з дворазовим доїнням по-різному вплинуло на їхні надої (табл. 2).

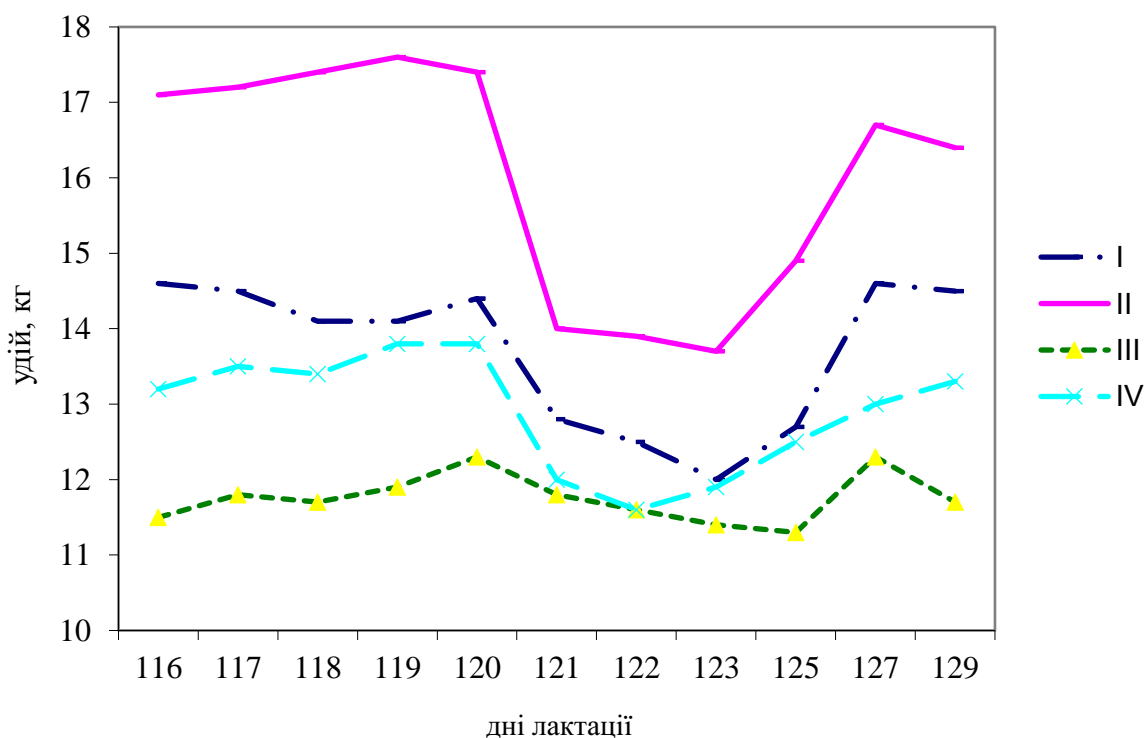
**Таблиця 2**

**Зміна добових надоїв при зміні способу утримання і кратності доїння корів, кг**

Група	До переведення					Після переведення					
	Дні лактації										
	116	117	118	119	120	121	122	123	125	127	129
I	14,6	14,5	14,1	14,1	14,4	12,8	12,5	12,0	12,7	14,6	14,5
II	17,1	17,2	17,4	17,6	17,4	14,0	13,9	13,7	14,9	16,7	16,4
III	11,5	11,8	11,7	11,9	12,3	11,8	11,6	11,4	11,3	12,3	11,7
IV	13,2	13,5	13,4	13,8	13,8	12,0	11,6	11,9	12,5	13,0	13,3

Незважаючи на значне зниження удою у перехідний період, корови другої групи, які утримувалися на прив'язі та доїлися три рази на день, зберегли вищі надої до кінця лактації.

На рисунку 2 видно, що після переведення корів з прив'язного і безприв'язного утримання з триразовим доїнням на безприв'язне утримання і дворазове доїння їх надої залишалися на вищому рівні порівняно з корівками, яких доїли два рази.



**Рис. 2. Динаміка добових удоїв за скорочення кратності доїння і зміни способу утримання корів, кг**

Різниця між першою і другою групами становила 1,2 кг або 9,4% у першу добу, а між третьою і четвертою групами – 0,2 кг або 1,7%, на користь корів, яких до переведення доїли три рази. Протягом наступних днів лактації ця різниця між групами збільшувалася, досягаючи на дев'ятому дні 1,9 кг (13,1%) і 1,6 кг (13,7%) відповідно.

Більша різниця в удоях корів при дворазовому доїнні у прив'язному і безприв'язному утриманні перед переведенням складала 2,1 кг (17,1%). Проте в першу добу після переведення ця різниця зменшилася до 1 кг (8,5%). На 7-й день лактації вона становила 1,9 кг (15%), а на 9-й день – 2,8 кг (23,9%).

Можна відзначити, що знижені надої, викликані скороченням кратності доїння і зміною способу утримання, відновлюються на 9-й день після переведення. Тоді як надої, що знизилися лише при зміні способу утримання при збереженій кратності доїння до і після переведення, відновлюються на 5-7-му дні.

Молочна продуктивність залежить від умов годівлі, утримання, сезону отелення та інших факторів. Кількість і склад молока також змінюються протягом лактації.

В умовах прив'язного утримання корів при триразовому доїнні надої за



305 днів лактації були на 791 кг, або на 20,0 %, вищими, ніж при дворазовому доїнні. При безприв'язному утриманні різниця становила 408 кг, або 11,7 % (табл. 3).

**Таблиця 3**

**Надої корів за 305 днів лактації в залежності від кратності доїння і способу утримання**

Кратність доїння	Спосіб утримання				± прив'язного способу до безприв'язного	
	прив'язний		безприв'язний		удій, кг	удій базисної жирності
	удій, кг	удій базисної жирності	удій, кг	удій базисної жирності		
2	3953	4534	3500	3994	+453	+540
3	4744	5428	3908	4528	+836	+900
Різниця між кратностями доїнь	+791	+894	+408	+534		

Таким чином, за період лактації надої були вищими у тварин, яких після отелення утримували на прив'язі. В умовах потоково-цехової системи виробництва молока та відтворення стада в цеху роздоювання корів можна утримувати на прив'язі та доїти тричі на день, а в цеху виробництва молока використовувати безприв'язне утримання та дворазове доїння.

**Висновок.** В перші 2-4 місяці лактації у корів прив'язного утримання з доїнням двічі на день удій склав відповідно 104,2%, 102,3% та 91,5% порівняно з першим доїнням, а з доїнням тричі на день – 113,2%, 107,8% та 91,9%. Протягом 4 місяців лактації при триразовому доїнні у корів прив'язного утримання отримано 2597 кг молока на корову, при дворазовому — 2101 кг. Різниця в удоях склала 496 кг, що становить 23,6%. При дворазовому доїнні безприв'язного утримання надої корів за період 2-4 місяців складають відповідно 104,5%, 96,4% і 87,8% від удою за перший місяць. При триразовому доїнні ці показники становлять 100,4%, 89,1% і 78,2%. Протягом 4 місяців лактації від корів безприв'язного утримання при двократному доїнні отримано 1726 кг молока, при триразовому — 2088 кг. Різниця становить 362 кг або 21,0%, що підтверджує перевагу триразового доїння.

### Список використаної літератури

1. Батир Р.Ю. Вплив кратності доїння на продуктивність корів. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. №109. С. 8-13.
2. Бусенко О.Т. та ін. Технологія виробництва продукції тваринництва. Підручник. К.: Аграрна освіта. 2001. 432 с.
3. Варпиховський Р.Л. Вплив режиму доїння на склад та властивості молока корів української чорно-рябої молочної породи. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 4 (103). С. 83-89.
4. Лоретц О.Г., Харлап С.Ю., Горелик А.С. Вплив сезону року на молочну продуктивність корів. *Кормовиробництво, продуктивність, довголіття та*

*добробут тварин*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2018. С. 36-38.

5. Палій А. П., Науменко О.А. Інноваційні технології та технічні системи у молочному скотарстві. Х.: ФОП. 2015. 323 с.

6.Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія. Вінниця. 2020. 174 с.

7. Тимошенко В., Музика О., Москальов О., Шматко Н. Комфорт корів – запорука високої продуктивності. *Тваринництво*. 2014. № 8. С. 39-41.

**Вікторія ЖОЛНОВСЬКА<sup>3</sup>**,  
студентка 2-го курсу,  
факультет ветеринарної медицини,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **КОНТРОЛЬ РІВНЯ ВОЛОГОСТІ В ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ РОЗВИТКУ ЦВІЛЕВИХ ГРИБКІВ**

***Анотація.** У статті розглядаються питання контролю рівня вологості в житлових приміщеннях як одного з ефективних методів боротьби з розвитком цвілевих грибків. Проаналізовано вплив вологості на появу та розмноження грибків, які є небезпечними для здоров'я людей і можуть пошкоджувати будівельні конструкції. Описано основні способи контролю вологості, такі як забезпечення належної вентиляції, використання осушувачів повітря, герметизація та утеплення приміщень. Як форма життя з'явилася задовго до появи "володаря світу" - людини. Вона панувала на землі з споконвіку і донині, позиції здавати не збирається. Навіть сьогодні, коли людство має величезний багаж знань в галузі мікробіології, цвіль залишається однією з найзагадковіших форм життя. Вона в повітрі, спори цвілі чекають слушного моменту, щоб атакувати. Ідеальні умови - плюс 20 за Цельсієм, 95-відсоткова вологість, погана вентиляція і бруд. У таких умовах вона вражає все: бетон, дерево, гуму, пластик, пофарбовані стіни, папір, тканини.*

***Ключові слова:** цвілеві гриби, вологість, методи контролю, житлові приміщення.*

---

<sup>3</sup>Науковий керівник: Колечко А.В., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ

**Annotation.** *The article examines the issue of controlling the level of humidity in residential premises as one of the effective methods of combating the development of mold fungi. The influence of humidity on the appearance and reproduction of fungi, which are dangerous for human health and can damage building structures, has been analyzed. The main methods of humidity control are described, such as ensuring proper ventilation, using dehumidifiers, sealing and warming the premises. As a form of life appeared long before the appearance of the "lord of the world" - man. She has ruled the earth since ancient times and to this day, she is not going to give up her position. Even today, when humanity has a huge baggage of knowledge in the field of microbiology, mold remains one of the most mysterious forms of life. Based on this, it is worth asking the question where it comes from, in what ways and means to fight it and, finally, how to protect yourself and your loved ones from this, literally, eternal problem. Hanging in the air, mold spores wait for the right moment to attack. Ideal*

**Вступ.** Переливання крові у тварин стає необхідним у випадках, коли знижується кількість еритроцитів, що призводить до недостатнього окиснення тканин. Ця проблема може виникати через порушення утворення еритроцитів, їх руйнування або крововтрату. У деяких країнах існують банки крові для тварин, але в багатьох ця можливість відсутня. *Мета статті* – показати важливість розвитку донорства крові тварин у нашій країні, та у світі в цілому. Висвітлити важливість платформи донорства крові для тварин, яка може забезпечити шанс на одужання та здорове майбутнє для багатьох домашніх та безпритульних тварин. Проаналізувати потенційні переваги впровадження платформи донорства крові для тварин у суспільстві. Зробити акцент на важливості активного інформування населення про можливості та переваги участі у донорській програмі для тварин. Підкреслити актуальність і необхідність розвитку цієї ініціативи в контексті здоров'я та добробуту тварин.

Зараз переливання крові вважається операцією середньої складності, що може призвести до серйозних ускладнень. Незважаючи на строгу відповідність груповій належності крові донора та отримувача, імунний конфлікт може виникнути через інші антигени, такі як лейкоцитарні чи тромбоцитарні. Цей конфлікт може виникнути навіть при мінімальному об'ємі гемотрансфузії.

Не так давно почали впроваджуватися нові підходи до трансфузійної терапії, зокрема компонентна терапія, яка передбачає використання окремих компонентів крові, таких як еритроцити, тромбоцити, лейкоцити, свіжозаморожена плазма, альбумін, фібриноген та кровозамінники. Використання окремих компонентів зменшує ризик імунологічних ускладнень порівняно з переливанням цілої крові.

**Виклад основного матеріалу.** У сучасних умовах майже жодна значна хірургічна операція не проводиться без використання гемотрансфузії або кровозамінників. Гемотрансфузія також застосовується при травматичному шоці, внутрішніх кровотечах (наприклад, шлункових, легневих), хронічній

постгеморагічній анемії, тяжких інфекційних захворюваннях, лейкозах, опіках, пораненнях і т.д. Перелита крові замінює втрачену, сприяючи живленню організму, виведенню токсинів, полегшенню боротьби з інфекціями, нормалізації кров'яного тиску, обміну речовин та функції тканинного дихання. Для поповнення кількості еритроцитів застосовують переливання еритроцитарної маси, для відновлення кількості лейкоцитів – концентрат свіжих лейкоцитів. Іноді використовують кровозамінники. Перед кожним переливанням крові обов'язково визначають групу крові донора і отримувача, індивідуальну сумісність крові, роблять біологічну пробу.

Тваринам-донорам, які мають можливість вільного виходу та контактують з іншими тваринами, перед кожним збором крові проводяться окремі тести на вірусні захворювання. Після проведення необхідних клінічних і лабораторних обстежень, результати порівнюються з показниками попередніх досліджень. Порівняння є корисним методом для аналізу фізіологічного стану тварини-донора. Наприклад, зміна температури тіла або ваги може вказувати на можливе захворювання. Залежно від клінічних показників, здійснюється морфологічний і біохімічний аналіз крові, а також тести на інфекційні захворювання. Ці тести проводяться до першої донації та регулярно, один раз на рік, якщо тварина бере участь у програмі донорства.

Всі тварини, що беруть участь у програмі донорства, повинні пройти ретельний медичний огляд ветеринарним лікарем, щоб переконатися у їх клінічному здоров'ї та безпеці крові для отримувача. Оцінка повинна визначити відповідність крові донора фізіологічним стандартам за гематологічними і біохімічними показниками, а також відсутність інфекційних захворювань.

Збереження здоров'я донора завжди має бути головним пріоритетом. У випадку виявлення будь-яких вад або ознак захворювання, донація відкладається. Ця оцінка повинна проводитися перед кожною процедурою донації, зокрема у зв'язку з ризиком інфекційних захворювань. Це сприяє мінімізації ризиків для як самого донора, так і для здоров'я тварин-отримувачів. Власники донорських тварин також зобов'язані повідомляти лікарів, якщо їх тварина захворіла протягом 48 годин після донації, особливо у випадку ранніх симптомів захворювання, які не були виявлені під час процедури.

Клінічна оцінка донора включає вимірювання температури тіла, серцевого ритму, пульсу, частоти дихання та маси тіла, а також проведення загального аналізу крові (з вимірюванням кількості еритроцитів, тромбоцитів і гематокриту) та визначення рівня гемоглобіну. Тварини, у яких виявлені патології серця чи нирок, не можуть бути донорами. Це також пояснюється тим, що донорський вік тварин складає 2/3 від їхнього природного життєвого циклу, оскільки серцева та ниркова недостатність найчастіше виникають у тварин похилого віку.

Перевірка крові має проводитися до реєстрації тварин у програмі донорів і повторюватися щорічно під час їх участі у програмі. Регулярний морфологічний аналіз крові має велике значення для ефективної трансфузії, так

як це захищає донора від анемії при плановій повторній донації. Рекомендується проводити ехокардіограму у всіх тварин-донорів, у яких виявлені порушення автоматизму серця або наявності сторонніх шумів при аускультації.

Основні вимоги до обстеження тварини донора включають наступне:

- Проведення серцевої аускультації для виявлення порушень автоматизму, таких як тахікардія або брадикардія.
- Оцінка стану тіла тварини та порівняння її ваги з попередньою вагою під час попередньої донації.
- Перевірка зовнішнього покриву тварини на наявність ран або травм, важливо виявляти наявність ектопаразитів.
- Пальпація черевної порожнини для виявлення аномалій чи дискомфорту, а також для перевірки наповненості сечового міхура.
- Обстеження системи дихання для виявлення аномалій у дихальних рухах та при аускультації легень.
- Перевірка лімфатичних вузлів на наявність змін у їхньому розмірі.
- Дослідження очей на виявлення будь-яких виділень або аномалій.
- Перевірка апарату руху для виявлення кульгавості.
- Обстеження ротової порожнини для визначення кольору слизової оболонки та часу наповнення капілярів.

*Алгоритм відбору крові у котів.* Підготовка kota-донора до відбору крові передбачає дотримання правил стерильності та асептики. Усі необхідні матеріали для донації повинні бути підготовлені наперед. Необхідно встановлювати катетер у периферійні вени. Перед введенням катетера кату-донору застосовують седацію, наприклад, пропофолом або буторфанолом. Після відбору крові через цей катетер вводять фізіологічний розчин у такому самому об'ємі, як і отримана кров. Загальний обсяг крові у kota складає 45-60 мл на кілограм маси тіла тварини. Об'єм відібраної крові у kota-донора становить приблизно 10 мл на кілограм. Це не має негативного впливу на кров'яний тиск та серцевий ритм донора. Варто відзначити, що седацію під час донації застосовують тільки у випадку агресивної поведінки kota-донора. Відбір крові здійснюють із яремної вени, перед донацією місце проколу обробляють антисептиком. Кров збирають у спеціальний контейнер або стерильний шприц відповідного об'єму.

*Алгоритм відбору крові у собак-донорів.* Підготовка до відбору крові у собаки-донора передбачає дотримання правил асептики та антисептики. Всі матеріали для донації слід підготувати заздалегідь. Загальний обсяг крові у собаки становить 80-90 мл на кілограм маси тіла. Безпечний об'єм крові для відбору не перевищує 15-20% від загального об'єму крові у собаки-донора, що складає 16-18 мл на кілограм маси тіла. Седацію застосовують лише у випадку агресивної поведінки собаки-донора, за допомогою ксилазину у дозі 0,5-1,5 мл на 10 кг маси тіла. Відбір крові здійснюють із яремної вени, перед цим

обробивши місце проколу спиртом. Кров збирають у спеціальний контейнер для великих чи дрібних тварин або у стерильний шприц відповідного об'єму.

Перед гемотрансфузією необхідно проводити перехресні проби у всіх пацієнтів, оскільки кров'яні антигени донора можуть викликати негативну реакцію в організмі реципієнта. Ці проби рекомендується проводити навіть у випадку, коли немає впевненості, чи отримувач реципієнт раніше гемотрансфузію. Перехресні проби включають тести на аглютинацію та гемоліз, щоб оцінити сумісність крові донора і реципієнта, спостерігаючи реакцію між еритроцитами і антитілами в плазмі обох. Ці проби допомагають виявити антитіла, які можуть спричинити імунологічну відповідь. Хоча перехресне проба зменшує ризик трансфузійних реакцій, слід продовжувати уважно спостерігати за пацієнтами під час та після гемотрансфузії.

Україна спостерігає швидкий ріст та розвиток гемотрансфузії, процедури, яка досі не мала широкого застосування, але в останні роки набуває популярності. Хоча пряме переливання крові вже часто практикується, пошуки донора можуть зайняти певний час, іноді кілька днів.

Важливо інформувати людей про можливість донорства крові у тварин з кількох причин. По-перше, це допомагає зберегти життя тварин, які потребують невідкладної медичної допомоги. При заборі цільної крові один донор може врятувати одну тварину. Але, якщо крові розділяється на компоненти, наприклад, еритроцити, плазму, тромбоцити, один донор може врятувати навіть двох тварин, оскільки різні компоненти крові використовуються для різних медичних процедур. Такий акт донорства може мати значний вплив на тваринний світ і врятувати багато життів.

Перед проведенням переливання необхідно забезпечити безпеку як для донора, так і для реципієнта через клінічне та лабораторне обстеження. Важливою є також підготовка персоналу та постійний моніторинг стану тварини після процедури. Такий підхід забезпечує оптимальні умови для успішного переливання крові у тварин та може допомогти врятувати їхні життя.

Фактично, рекомендується проводити саму процедуру переливання крові протягом не більше 5 годин. Проте, за певних обставин, може бути допустиме використання тривалішого часу. Підготовка медичного персоналу до цієї процедури займає приблизно 30 хвилин. Також, іноді ветеринар може проводити спостереження за пацієнтом протягом двох годин після переливання. Важкі випадки можуть потребувати стаціонарного лікування та постійного моніторингу. Для лікаря ветеринарної медицини важливо підтримувати зв'язок з пацієнтом протягом 3-4 тижнів після процедури, оскільки на цей термін можуть бути призначені препарати для запобігання негативних реакцій організму на чужорідний білок.

Донорська кров у тварин може бути ключовим елементом в лікуванні критичних станів. Важливо пам'ятати, що донорами можуть бути як коти, так і собаки, але вони повинні відповідати конкретним фізіологічним вимогам, включаючи вакцинацію та відсутність хронічних захворювань. Для собак

обов'язкові фізіологічні вимоги, такі як вага не менше 25 кг і вік від 2 до 7 років, тоді як для котів – вага не менше 4,5 кг і вік від 2 до 6 років. Ці критерії є базовими, проте лікар-ветеринар може врахувати також інші специфічні ознаки під час збору інформації про тварину.

Переливання крові у тварин застосовується лише у випадках надзвичайно критичного стану пацієнта, коли інші медичні процедури вже не можуть надати допомогу. Це обумовлено потенційними ризиками для отримувача крові (тварини, якій кров переливають). Ветеринарні іноді можуть використовувати крові від собаки для переливання коту, але це робиться лише у критичних ситуаціях, оскільки це приносить додаткові небезпеки. Проте переливання крові від котів до собак не здійснюється, оскільки неможливо отримати достатній об'єм крові від потенційного донора.

Рекомендовані інтервали між донорськими сесіями у межах 2-4 або 3-6 місяців. Проте цей графік може бути адаптованим для кожної конкретної тварини в залежності від її особливостей.

**Висновок.** У контексті українського суспільства і світового рівня важливо розвивати донорство крові для тварин, що може забезпечити шанс на одужання та здорове майбутнє для багатьох тварин. Отже, на основі досліджень можна зробити наступні висновки щодо розвитку ветеринарної трансфузіології та донорства крові для тварин:

1. Незважаючи на швидкий розвиток досліджень в галузі трансфузійної медицини, ветеринарна трансфузіологія вимагає подальших наукових досліджень, зокрема з метою запобігання реакціям у тварин-реципієнтів після трансфузії.

2. Важливо дослідити не лише реакцію тварин-реципієнтів, а й реакцію організму тварин-донорів на забір крові, для забезпечення безпеки та ефективності переливання.

3. Переливання крові відбувається лише у критичних випадках, оскільки це пов'язано з ризиками для отримувача. Донорами можуть бути собаки та коти, що відповідають певним фізіологічним вимогам.

4. Рекомендовані інтервали між донорськими сесіями в 2-4 або 3-6 місяців, але можуть бути адаптованими для кожної конкретної тварини.

5. Впровадження платформи донорства крові для тварин може мати ряд переваг, включаючи забезпечення доступу до критичної медичної допомоги тваринам, збільшення шансів на їх одужання та підвищення загального рівня добробуту тварин у суспільстві.

6. Активне інформування населення про переваги участі у донорській програмі для тварин є ключовим для успішної реалізації цієї ініціативи, що підвищить її актуальності і ефективності.

7. Розвиток донорства крові для тварин є актуальним і необхідним кроком для забезпечення здоров'я та добробуту тварин у сучасному суспільстві.

Немає сумнівів, що у найближчі роки в галузі ветеринарної медицини відбудеться значний прогрес, який сприятиме поглибленню наших знань та

розумінню трансфузійної ветеринарної медицини, а також розвитку нових підходів до організації банків крові для тварин. Це особливо важливо для України, оскільки створення і вдосконалення таких банків допоможе забезпечити ефективне та своєчасне лікування тварин у нашій країні.

### Список використаної літератури

1. Бабенко І. О., Кузьменко В. В. Вплив рівня вологості на розвиток цвілевих грибків у житлових приміщеннях. *Наукові праці УкрНДІЕП*. 2018. № 12. С. 78-85.
2. Верещака А. М., Нікітіна Л. І. Методи боротьби з цвілевими грибами в умовах підвищеної вологості. *Будівельні матеріали та конструкції*. 2019. № 4. С. 45-52.
3. Гончаренко В. П. Роль вентиляційних систем у контролі рівня вологості в житлових будівлях. *Архітектура та екологія*. 2020. № 6. С. 89-96.
4. Дерев'янка І. В., Сидоренко О. П. Цвілеві грибки як фактор ризику для здоров'я людини: аналіз та профілактика. *Журнал гігієни та санітарії*. 2017. Т. 25. № 3. С. 120-128.
5. Клименко О. М., Сімонова І. В. Вплив відносної вологості на мікробіологічний стан повітря у житлових приміщеннях. *Проблеми сучасної екології*. 2021. № 2. С. 63-69.
6. Петрова Ю. О., Карпова Т. С. Застосування осушувачів повітря у боротьбі з підвищеною вологістю. *Житлова інженерія*. 2019. № 5. С. 72-79.

**Валентин БЕЛАНЮК<sup>4</sup>,**

студент магістратури,

**Богдан НАГОРНИЙ,**

студент 2 курсу,

факультет технології виробництва

переробки та робототехніки у тваринництві,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

### М'ЯСНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ФЕРМЕНТНО-ПРОБІОТИЧНОЇ ДОБАВКИ

*Анотація.* Стаття присвячена дослідженню впливу ферментно-пробіотичної кормової добавки Вітацелл на продуктивність курчат-бройлерів кросу Росс-308. У дослідженні оцінювали показники живої маси, забійного виходу та якості м'яса. Результати показали, що бройлери, які отримували

---

<sup>4</sup>Науковий керівник: Разанова О.П., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ



добавку, мали на 3,8% більшу живу масу на 42 добу та знижені витрати корму на одиницю приросту. Забійні показники свідчать про збільшення передзabійної маси тушок на 8,2%, маси патраної тушки на 11,3%, а також на 9,9% вмісту м'язової тканини. Дослідження виявило, що застосування Вітацел підвищує забійний вихід на 3,0% і позитивно впливає на масу внутрішніх органів. Отримані результати підтверджують потенціал використання ферментно-пробіотичних добавок для підвищення ефективності м'ясного виробництва, що є важливим аспектом забезпечення продовольчої безпеки.

**Ключові слова:** курчата-бройлери, ферментно-пробіотична добавка, жива маса, показники забою

**Annotation.** The article is devoted to the study of the effect of the enzyme-probiotic feed additive Vitacel on the productivity of broiler chickens of the Ross-308 cross. In the study, indicators of live weight, slaughter yield and meat quality were evaluated. Results showed that broilers receiving the supplement had 3.8% higher live weight at 42 days and reduced feed costs per unit of gain. Slaughter indicators indicate an increase in pre-slaughter carcass weight by 8.2%, carcass weight by 11.3%, and muscle tissue content by 9.9%. The study revealed that the use of Vitacel increases the slaughter yield by 3.0% and has a positive effect on the mass of internal organs. The obtained results confirm the potential of using enzyme-probiotic additives to increase the efficiency of meat production, which is an important aspect of ensuring food security.

**Key words:** broiler chickens, enzyme-probiotic supplement, live weight, slaughter indicators

**Вступ.** Одним із ключових аспектів забезпечення продовольчої безпеки є розвиток галузі птахівництва. Сучасний рівень розвитку промислового птахівництва характеризується високим генетичним потенціалом, продуктивністю та використанням інноваційних технологій [2]. Одним із ключових аспектів ефективного виробництва є застосування кормів, що відповідають всім показникам поживності, виготовлених на основі передових технологій комбікормової індустрії. Важливо відзначити, що в структурі собівартості продукції птахівництва вартість кормів становить 65-75%, що свідчить про їх важливу роль у виробничому процесі.

Світове виробництво м'яса птиці в основному базується на вирощуванні курчат-бройлерів. В Україні продукти з м'яса птиці займають понад 30% на продовольчому ринку. За нормами споживання, 80-85% м'яса птиці на душу населення повинно становити саме м'ясо бройлерів [3]. Це підкреслює важливість нарощування темпів розвитку м'ясного птахівництва у всіх категоріях господарств, включаючи фермерські та промислові.

Розвиток птахогосподарств вимагає постійного вдосконалення технологічних процесів, особливо в питаннях годівлі птиці. Це пов'язано з необхідністю проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів

у виробництво. Досягнення високих результатів у промисловому птахівництві нерозривно пов'язане з селекцією, а також з умовами годівлі та утримання птиці [6]. Ці складові є вирішальними для максимальної реалізації генетичного потенціалу сільськогосподарської птиці.

Технології годівлі птиці безпосередньо впливають на її продуктивність, тому вдосконалення повноцінного годівлі є одним із найважливіших напрямків науки і практики [5]. Чим вищий рівень задоволення потреб у кормах і поживних речовинах, тим вища конверсія кормів у продукцію. Таким чином, оптимізація раціонів годівлі стає важливим інструментом для підвищення ефективності птахівництва.

Пробіотичні метаболіти відіграють важливу роль у підтримці здоров'я макроорганізмів [1]. Вони забезпечують організм біологічно активними речовинами, які допомагають пригнічувати патогенну та умовнопатогенну мікрофлору. Це, в свою чергу, сприяє покращенню засвоєння кормів та збільшенню приросту живої маси. Застосування пробіотиків може бути ефективним інструментом для підвищення продуктивності птиці, покращуючи її загальний стан та стійкість до захворювань [4].

М'ясо птиці, завдяки своїй високій енергетичній та біологічній цінності, є одним із найважливіших продуктів харчування. Воно має високу засвоюваність та виражені смакові якості, що робить його привабливим для споживачів [2]. Поживна цінність м'яса птиці визначається його хімічним складом, який відповідає вимогам збалансованого харчування за вмістом білків, жирів та вуглеводів [6]. Біологічні властивості м'яса залежать від складу білкових компонентів та ступеня засвоюваності азотовмісних речовин організмом людини. Це робить м'ясо птиці важливим елементом раціону, здатним задовольнити потреби в поживних речовинах.

Сьогодні на споживчий ринок надходять продукти птахівництва різної якості та хімічного складу. Як виробники, так і споживачі зацікавлені не тільки у збільшенні м'ясної продуктивності, але й у виробництві екологічно чистої продукції. Наші дослідження зосереджені на вивченні забійного виходу, м'ясних якостей, а також виходу їстівних і неїстівних частин, що дає змогу оцінити загальний вплив годівлі та утримання на якість продукції.

Метою дослідження було дослідити вплив ферментно-пробіотичної кормової добавки Вітацелл на показники забою курчат-бройлерів кросу Росс-308.

**Виклад основного матеріалу.** До складу ферментно-пробіотичної кормової добавки Вітацелл входить види мікроорганізмів: *Bacillus sub lis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, *Propionibacterium acidipropionici*, а також ферменти:  $\alpha$  – амілаза, ендоглюконаза,  $\beta$ -глюконаза.

Протягом всього періоду дослідження у приміщенні дотримувалися стандартні параметри мікроклімату і утримання птиці згідно із зоотехнічними та ветеринарними вимогами по вирощуванню бройлерів кросу Росс 308. Годівля птиці обох груп здійснюється ідентичними кормами у відповідності до

нормативних вимог з урахуванням віку птиці. Птиця контрольної групи отримувала основний раціон. Птиця дослідної групи отримувала основний раціон та кормову добавку з кормом із розрахунку 2 г/кг корму.

За результатами згодовування кормової добавки виявлено позитивний вплив на підвищення живої маси та зниження витрат кормів на одиницю приросту (табл. 1).

**Таблиця 1**

**Результати вирощування курчат-бройлерів за введення до раціону ферментно-пробіотичної кормової добавки Вітацелл**

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Жива маса курчат у віці 1 доба, г	38,2±1,7	38,4±1,8
Жива маса курчат у віці 42 доби, г	2442±84,5	2534±93,2
Середньодобовий приріст, г	57,2	59,4
Добове споживання кормів, г	115,6	117,7
Витрата корму на 1 кг приросту, г	2,02	1,98

Так, жива маса курчат у дослідній групі на 42 добу переважала аналогів контрольної групи на 92 г, або на 3,8% при менших на 1,9% витрат корму. Середньодобовий приріст живої маси у бройлерів за дослідний період становила 59,4 г, що більше за контрольних курчат на 2,2 г, або на 3,5%.

Контрольний забій птиці проводили у віці 42 доби, по 5 голів із кожної групи. Результати забою курчат показали відмінності між піддослідними групами.

При оцінці м'ясної продуктивності бройлерів велике значення мають показники забійного виходу, співвідношення їстівних та неїстівних частин у тушці, хімічний склад та біологічна цінність, ніжність, соковитість та смакові якості м'яса (табл. 2).

Передзабійна маса тушок бройлерів, які отримували у раціоні кормову добавку, більша на 8,2 %, маса патраної тушки - на 11,3%. У тушках дослідних бройлерів було на 9,9% більше м'язової тканини.

Тушки курчат-бройлерів дослідної групи мали більшу масу шкіри з підшкірним жиром – на 13,4%, кісток – на 12,3%. Забійний вихід у дослідних курчат вищий на 3,0%.

Маса неїстівних частин у тушках дослідних курчат більша на 13,5%. Також у дослідній групі за згодовування ферментно-пробіотичної добавки виявлено збільшення мас внутрішніх органів (серця, печінки, м'язового шлунка), які відносяться до їстівних частин. Маса серця у цій групі більша на 6,2%, печінки – на 7,4%, м'язового шлунка – на 2,7%.

Таблиця 2

**Показник забою курчат-бройлерів за введення до раціону ферментно-пробіотичної кормової добавки Вітацелл**

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Передзабійна маса, г	2190,0±40,3	2370,0±28,2
Маса патраної тушки, г	1545,5±30,1	1720,6±38,2
Маса м'язової тканини, г	792,0±36,3	870,5±21,4
Шкіра з підшкірним жиром, г	185,5±8,2	210,3±8,1
Кістки, г	408,0±5,2	458,2±9,4
Маса неїстівних частин, г	160,0±5,6	181,6±4,2
Печінка, г	78,4±3,5	84,2±2,8
Серце, г	14,4±1,1	15,3±2,1
М'язовий шлунок, г	74,3±2,1	76,3±1,8
Забійний вихід, %	70,5	72,6

**Висновок.** Включення кормової добавки у раціон бройлерів позитивно вплинуло на їх продуктивність. Дослідні бройлери мали на 9,9% більший вміст м'язової тканини та забійний вихід на 3,0%, маси внутрішніх органів. Це свідчить про потенціал використання ферментно-пробіотичних добавок для підвищення ефективності м'ясного виробництва.

### Список використаної літератури

1. Куртяк Б.М., Романович М.М. Застосування пробіотиків у птахівництві – основа епізоотичного благополуччя птахогосподарств. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2015. Вип. 17 (2). С. 100–102.
2. Родіна О.В. Аналіз ринку м'яса птиці в Україні: сучасний вектор у контексті продовольчої безпеки. *Підприємництво та інновації*. Вип. 23. С. 91–96.
3. Савченко Т.В. Фактори впливу на структуру споживання продуктів харчування населенням України. *Економіка і суспільство*. 2016. Вип. 5. С. 304–310.
4. Стояновський В.Г., Коломієць І.А. Пробіотики та імунна система шлунковокишкового тракту птиці. *Сучасне птахівництво*. 2011. Вип. 4 (101). С. 21–25.
5. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Лютка Г.І., Купчук І.М. Сучасні кормові добавки у годівлі птиці: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ. 2021. 281 с.
6. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Купчук І.М., Вугляр В.С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці: монографія. Вінниця: ТВОРИ. 2022. 248 с.

7. Яців С.Ф. Стан і перспективи розвитку птахівництва у сільськогосподарських підприємствах України. *Агросвіт*. 2021. № 16. С. 26-33.

**Вадим БІЛОУС<sup>5</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ДИНАМІКА ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА ЗАЛЕЖНО ВІД ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ**

***Анотація.** У статті досліджується динаміка інтенсивності росту і розвитку ремонтного молодняка залежно від віку першого осіменіння. Визначено, що вік осіменіння є критичним фактором, який впливає на подальшу продуктивність корів, їх розвиток та репродуктивні показники. Аналізуються дані про ріст та розвиток молодняку різних вікових груп, з акцентом на взаємозв'язок між віком осіменіння. Результати показують, що оптимізація віку першого осіменіння може позитивно вплинути на продуктивність корів. Осіменіння корів у 15-місячному віці сприяє кращим приростам живої маси протягом усього періоду вирощування, що може бути важливим фактором для підвищення продуктивності та економічної ефективності вирощування молодняка.*

***Ключові слова:** ремонтні телиці, жива маса, середньодобовий приріст, вік осіменіння*

***Annotation.** The article examines the dynamics of the intensity of growth and development of repair young, depending on the age of the first insemination. It was determined that the age of insemination is a critical factor that affects the further productivity of cows, their development and reproductive performance. Data on the growth and development of young animals of different age groups are analyzed, with an emphasis on the relationship between the age of insemination. The results show that optimizing the age of first insemination can have a positive effect on cow performance. Insemination of cows at the age of 15 months contributes to better gains in live weight during the entire growing period, which can be an important factor for increasing the productivity and economic efficiency of growing young animals.*

***Key words:** repair heifers, live weight, average daily gain, insemination age*

---

<sup>5</sup>Науковий керівник: Разанова О.П., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

**Вступ.** Оптимальна система вирощування тварин має забезпечувати гарний розвиток і високу молочну продуктивність протягом тривалого періоду, при цьому знижуючи витрати на вирощування та підвищуючи рентабельність галузі. Інтенсивне вирощування ремонтних телиць полягає у скороченні часу між першим виділенням біологічно повноцінних яйцеклітин і досягненням рівня розвитку [2, 8].

Найвідповідальніший період у розвитку майбутньої корови охоплює вік від 6 до 12 місяців, коли відбувається статеве дозрівання та розвиток молочної залози. Ступінь інтенсивності росту та розвитку ремонтного молодняка значно впливає на вік першого осіменіння тварин, а в подальшому – на їхню продуктивність і племінну цінність [6]. Від того, наскільки правильно організовано ріст та розвиток молодняка залежить здатність тварин до досягнення оптимальної живої маси до моменту першого осіменіння. Це, в свою чергу, визначає їх продуктивні та відтворювальні характеристики в майбутньому [1].

Стійкий взаємозв'язок між живою масою під час першого отелення та продуктивністю за першу лактацію є ключовим аспектом у процесі вирощування високопродуктивних корів [5]. Тварини, які не досягли необхідного рівня розвитку на момент першого отелення, проявляють знижені можливості до споживання кормів, що негативно впливає на реалізацію їхнього генетичного потенціалу [3]. Такі первістки потребують більше часу для досягнення бажаної живої маси, що може відтермінувати наступні отелення та знизити загальну продуктивність корови за її продуктивне життя [7, 8].

Для вирішення завдання з виявлення особливостей росту телиць в залежності від віку при першому заплідненні в умовах господарства було проведено дослідження на ремонтних телицях української чорно-рябої молочної породи. Дослідження мали на меті визначити оптимальні параметри розвитку телиць, щоб забезпечити їхній максимальний генетичний потенціал. Враховувалися такі показники, як прирости живої маси, здатність до засвоєння поживних речовин, а також вплив різних вікових груп на ефективність першого осіменіння та наступних лактацій. Отримані дані дозволяють господарствам коригувати технологічний процес вирощування ремонтного молодняка, зокрема адаптувати раціони та умови утримання тварин таким чином, щоб забезпечити їхній повноцінний ріст і розвиток [8, 9]. Це включає в себе контроль за інтенсивністю росту телиць, підтримку їх здоров'я на всіх етапах розвитку та планування першого осіменіння з урахуванням оптимального віку та живої маси. Таким чином, забезпечується висока продуктивність корів з першої лактації і стабільна племінна цінність, що є ключовими факторами рентабельного виробництва молока.

Метою дослідження було проаналізувати динаміку росту ремонтних телиць залежно від віку першого осіменіння.

**Виклад основного матеріалу.** Для проведення досліджень у господарстві було відібрано групу корів-первісток за методом аналогів, враховуючи їх вік,

походження та живу масу. Тварини були розділені на групи за віком першого осіменіння. Першу групу складали корови-первістки, яких осіменяли у 15-місячному віці, другу – у 17 місяців, третю – у 20 місяців.

Формування груп проводилося відповідно до методики зоотехнічних досліджень у галузі молочного скотарства з використанням інформації зоотехнічного обліку. Для вивчення росту проводилися зважування ремонтних телиць: при народженні, у 3, 6, 9 та 12 місяців, при першому осіменінні. На основі зважування тварин розраховувались середньодобові темпи приросту живої маси телиць.

У господарстві «Щербич» постійно проводиться робота по спрямованому вирощуванню молодняка, що дало позитивні результати протягом останніх років. У господарстві впроваджена технологія вирощування ремонтних телиць при «холодному» вирощуванні телят. *Для племінних телиць до 6-місячного віку характерна висока інтенсивність росту, що забезпечується завдяки повноцінній годівлі моносумішами та мікроклімату приміщень з системою природної вентиляції. Кожний технологічний період вирощування телиць характеризується певними особливостями у зв'язку з біологічними закономірностями росту.*

Жива маса новонароджених телят була майже однаковою у всіх групах і становила в середньому 33,1-33,9 кг (табл. 1).

**Таблиця 1**

***Динаміка росту ремонтних телиць залежно від віку першого осіменіння, кг***

Періоди росту, міс.	Вік першого осіменіння, місяців		
	15	17	20
при народженні	33,2±0,25	33,9±0,41	33,1±0,32
3	100±1,27	99±1,35	99,2±2,01
6	181,2±2,11	178,2±3,24	177,1±2,86
9	260,4 ±3,18	255,3±3,05	242,4±3,67
12	333,7 ± 3,68	308,9±3,28	298,9±2,87
При першому осіменінні	375,4±3,46	394,7±5,22	400,6±4,63

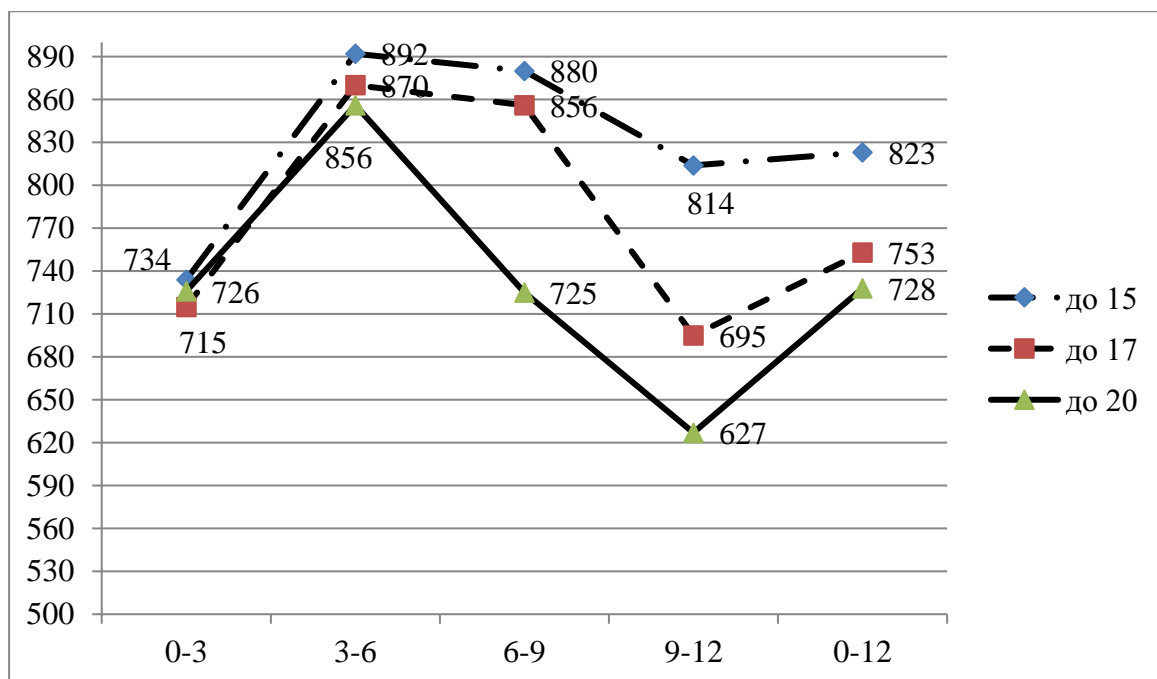
У віці трьох і шести місяців середня жива маса тварин у піддослідних групах також була майже на одному рівні: у тримісячному віці вона становила 99,2-100 кг, а у шестимісячному – 177,1-181,2 кг. Різниця у показниках між групами в цей період була незначною і складала 0,8-1,0% у віці трьох місяців та 1,7-2,3% у віці шести місяців.

Телиці першої групи, яких спаровували до 15-місячного віку, показали вищі темпи росту порівняно з ровесницями з другої (до 17 місяців) і третьої груп (до 20 місяців). Так, у віці дев'яти місяців ці телиці перевершували своїх ровесниць за живою масою на 21,1% і 24,9% відповідно. У віці 12 місяців різниця між групами стала ще більш відчутною: телиці першої групи мали більшу масу на 24,8 кг (8,0%) у порівнянні з другою групою, та на 34,8 кг (11,6%) у порівнянні з третьою групою.

Ці показники живої маси стали підставою для прийняття рішення про осіменіння телиць першої групи у більш ранньому віці – 14-15 місяців. Середня жива маса телиць при першому заплідненні у цій групі становила 375,4 кг. Проте телиці, яких осіменяли у пізнішому віці, мали дещо вищу живу масу. Так, при паруванні у віці 18-20 місяців середня жива маса тварин була найвищою – 400,6 кг, що на 25,2 кг (6,7%) більше, ніж у телиць першої групи (14-15 місяців). У телиць другої групи, яких спаровували у віці 16-17 місяців, різниця становила лише 5,9 кг (1,5%) порівняно з першою групою.

Ці дані свідчать про те, що хоча більш раннє осіменіння може забезпечити ефективніше використання телиць і скорочення періоду їх вирощування, але воно може вплинути на кінцеву живу масу тварин. Однак різниця у живій масі між тваринами, осімененими в різному віці, є незначною і не суттєво впливає на їх подальшу продуктивність, що дозволяє господарству оптимізувати строки першого осіменіння, враховуючи інші фактори, такі як економічна доцільність та управління стадом.

Піддослідні ремонтні телички залежно від віку першого осіменіння мали різну швидкість росту від народження до 12-місячного віку (рис. 1).



**Рис. 1.** Зміна середньодобових приростів телиць залежно від віку першого плідного осіменіння, г

Телички першої групи, яких спаровували до 15-місячного віку, показали значно вищі середньодобові прирости у порівнянні з тими, яких осіменяли у старшому віці. Протягом усього періоду вирощування середньодобовий приріст живої маси у тварин першої групи становив 823 г. Це на 70 г, або на 9,2% більше, ніж у теличок другої групи, яких осіменяли до 17-місячного віку, і на 95 г, або на 13,0% більше, ніж у теличок третьої групи, яких осіменяли у віці до



20 місяців.

Найнижчі показники середньодобового приросту маси спостерігалися у теличок третьої групи. Їх приріст складав 728 г на добу, що на 25 г, або на 3,3% менше, ніж у теличок другої групи.

**Висновки.** Середньодобовий приріст живої маси у теличок, яких спаровували у 15-місячному віці, становив 823 г, що на 9,2% більше, ніж у теличок, яких осіменяли до 17-місячного віку, і на 13,0% більше, ніж у теличок, яких осіменяли у віці до 20 місяців.

### Список використаної літератури

1. Адміна Н. Г. Особливості розвитку телиць чорно-рябої молочної породи, одержаних від високопродуктивних корів. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 6 (46). С. 76-80.

2. Бабік Н. П. Вплив живої маси корів голштинської породи у період вирощування на тривалість та ефективність їх господарського використання. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 74. С. 71–75.

3. Ведмеденко О. В. Вплив генотипових та паратипових факторів на молочну продуктивність корів. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2019. Вип. 30. С.31–38.

4. Голубенко Т.Л., Чудак Р.А., Скоромна О.І., Разанова О.П., Огороднічук Г.М., Главатчук В.А. [Продуктивність і племінна цінність корів молочних порід української та зарубіжної селекції](#). *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 132. С. 281–289.

5. Піддубна Л.М., Захарчук Д.В., Корнійчук Д.О. Оцінка впливу комплексу факторів на молочну продуктивність корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип.2 (45). С. 113-120.

6. Разанова О. П. Вікова динаміка росту і розвитку телят молочного періоду залежно від способу їх утримання. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2021. № 1. С. 48–56.

7. Разанова О.П., Чудак Р.А., Огороднічук Г.М., Скоромна О.І., Голубенко Т.Л. Інноваційний розвиток молочного скотарства в контексті підвищення виробництва молока. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2023. Вип. 3 (54). С. 63–70

8. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т.В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія. ВНАУ, 2020. 174 с.

**БРИЖАК Олександр<sup>б</sup>,**  
магістр 2-го року навчання,  
**АСТАХОВА Вікторія,**  
студентка 2-го курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ТРИВАЛІСТЬ СЕРВІС-ПЕРІОДУ КОРІВ РІЗНОГО ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ**

***Анотація.** Відтворювальна здатність корів значною мірою залежить від системи виховання ремонтних теличок та їх підготовки до осіменіння. Вік першого осіменіння має вирішальне значення для їх подальшої продуктивності. Оптимізація цього віку може позитивно позначитися на загальному здоров'ї тварин і їхній здатності до відтворення. Метою дослідження було дослідити вплив першого плідного осіменіння ремонтних телиць на тривалість сервіс-періоду у корів по лактаціях. Для проведення досліджень було сформовано три групи телиць голштинської породи з різним віком першого осіменіння: перша контрольна група – ремонтні телиці з віком паруванні 15-16 місяців, друга дослідна група – 17-18 місяців, третя – 19-20 місяців. Середнє значення сервіс-періоду за 3 лактації у групі корів, яких осіменяли у 17-18 міс., становило 77,7 дні, у 15-16 міс – на 27,2 дні, 19-20 міс. – на 13,0 дні довше.*

***Ключові слова:** корови, сервіс-період, вік осіменіння, лактація,*

***Annotation.** The reproductive capacity of cows largely depends on the system of rearing repair heifers and their preparation for insemination. The age of first insemination is crucial for their subsequent productivity. Optimizing this age can have a positive effect on the overall health of animals and their ability to reproduce. The aim of the study was to investigate the influence of the first fertile insemination of repair heifers on the duration of the service period in lactating cows. To conduct research, three groups of Holstein heifers with different ages of first insemination were formed: the first control group - repair heifers with mating age of 15-16 months, the second experimental group - 17-18 months, the third - 19-20 months. The average value of the service period for 3 lactations in the group of cows inseminated at 17-18 months was 77.7 days, at 15-16 months - 27.2 days, at 19-20 months. – 13.0 days longer.*

***Key words:** cows, service period, insemination age, lactation,*

---

<sup>б</sup>Науковий керівник: Разанова О.П., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

**Вступ.** На сучасному етапі економічного розвитку України, вітчизняне скотарство повинно бути конкурентоспроможним, рентабельним та забезпечувати продовольчу незалежність країни. Це вимагає високопродуктивного поголів'я тварин як основи виробництва.

Ефективність молочного скотарства безпосередньо залежить від інтенсивності відтворення стада, що визначається використанням корів, технологією їх утримання, темпами оновлення стада, організацією осіменіння та збереженням молодняку [7, 8]. Високі показники продуктивності й відтворення неможливі без повноцінної годівлі та оптимальних умов утримання.

Прискорення відтворення стада значною мірою досягається регулюванням віку першого парування телиць. Статева зрілість телиць настає раніше їх господарської зрілості, що залежить від розвитку, живої маси та умов утримання.

Тварини різних порід мають різну відтворювальну здатність, що проявляється по-різному в залежності від природно-кліматичних та господарських умов їх розведення [2, 4].

Відтворювальна здатність корів залежить як від генотипових, так і від паратипових чинників. Серед останніх важливими є вік, господарська зрілість, кількість отелень, тривалість сервіс- і міжотельних періодів, рівень і повноцінність годівлі, Молочна продуктивність корів тісно пов'язана з їх відтворювальними функціями. Багато дослідників виявили, що з підвищенням молочної продуктивності відтворювальні показники, як правило, знижуються [6, 7, 8].

У корів більшості спостерігається позитивна кореляція між надоєм і віком першого отелення, а від'ємна – з коефіцієнтом відтворювальної здатності. Це вказує на певний антагонізм між молочною продуктивністю та репродуктивністю.

Тривалість сухостійного, сервісного та міжотельного періодів також суттєво впливає на молочну продуктивність. У корів західного внутрішньопородного типу української чорно-рябої молочної породи найвища продуктивність спостерігається при тривалості сухостійного періоду 50-60 днів, сервіс-періоду 90-120 днів та міжотельного періоду 375-405 днів. Вплив тривалості цих періодів на надій варіює від 18,64% до 42,31%, залежно від лактації [9].

Повна реалізація відтворювальної функції корів є основою для якісного та кількісного відтворення стада, що є важливим для ефективності молочного скотарства.

Відтворювальна здатність корів значною мірою залежить від системи вирощування ремонтних теличок та їх підготовки до осіменіння [5]. Це питання вимагає глибшого дослідження в сучасних умовах ведення скотарства. Необхідно зосередитися на віці першого осіменіння, розвитку, живій масі, типі

конституції та відповідності екстер'єрним ознакам породи. Успішна підготовка теличок до осіменіння свідчить про позитивні умови вирощування, а їх відтворювальна здатність залежить також від умов утримання і годівлі. Нетелям слід забезпечувати належну підготовку до отелення, своєчасне осіменіння та раціональну експлуатацію після отелення [1].

Актуальним є наукове обґрунтування оптимального віку першого осіменіння та його вплив на відтворювальну здатність і молочну продуктивність. Збільшення віку осіменіння понад 17 місяців зазвичай супроводжується погіршенням відтворювальних ознак і зниженням молочної продуктивності.

Інтенсивність росту ремонтних теличок має забезпечити максимальну продуктивність і економічну ефективність молочних ферм. Недостатня жива маса може затримати перше запліднення і знизити молочну продуктивність, подовжуючи сервісні та міжотельні періоди [3].

Щоб досягти потрібної живої маси до парувального віку, телиці повинні рости з оптимальною швидкістю. Проте наразі немає однозначних рекомендацій щодо ідеальної динаміки приростів. Інтенсивне вирощування та своєчасне осіменіння допомагають впроваджувати в стадо тварин з високим продуктивним потенціалом.

Метою дослідження було дослідити вплив першого плідного осіменіння ремонтних телиць на тривалість сервіс-періоду у корів по лактаціях.

**Виклад основного матеріалу.** Для проведення досліджень було сформовано три групи телиць з різним віком першого осіменіння: перша контрольна група – ремонтні телиці з віком паруванні 15-16 місяців, друга дослідна група – 17-18 місяців, третя – 19-20 місяців.

Телиці в піддослідних групах були осіменені спермою одного бугая-плідника. Тварин утримували безприв'язно. У телиць кожної групи визначали живу масу, екстер'єр, вік осіменіння, плодючість, коефіцієнт відтворення.

Дослідження показують, що тривалість сервіс-періоду у піддослідних корів може варіюватися в залежності від віку першого плідного осіменіння (табл. 1).

**Таблиця 1**

**Тривалість сервіс-періоду корів залежно від віку першого осіменіння, днів**

Група	Лактація			
	I	II	III	середнє за 3 лактації
1-контрольна	76,3±7,6	77,8±6,4	79,1±8,2	77,7±7,6
2-дослідна	100,2±8,7	106,4±9,5	108,3±10,1	104,9±9,2
3-дослідна	99,4±11,1	84,5±8,3	88,4±9,1	90,7±8,3

Молодші тварини, як правило, мають інший режим відновлення репродуктивної функції в порівнянні з більш зрілими коровами. Цей аспект важливий, оскільки оптимізація строків осіменіння може суттєво вплинути на продуктивність стада. У корів-первісток тривалість сервіс-періоду був

найменшим порівняно з коровами старших лактацій, менша на 1,5-14,9 днів порівняно з другою та на 2,8-11 днів порівняно з третьою лактацією.

Корови-первістки контрольної групи, яких осіменяли вперше у 17-18 місяців, мали найменшу тривалість сервіс-періоду, порівняно з осіменінням у віці 15-16 місяців менша на 23,9 дні, 19-20 місяців – на 23,1 дні (рис. 1).

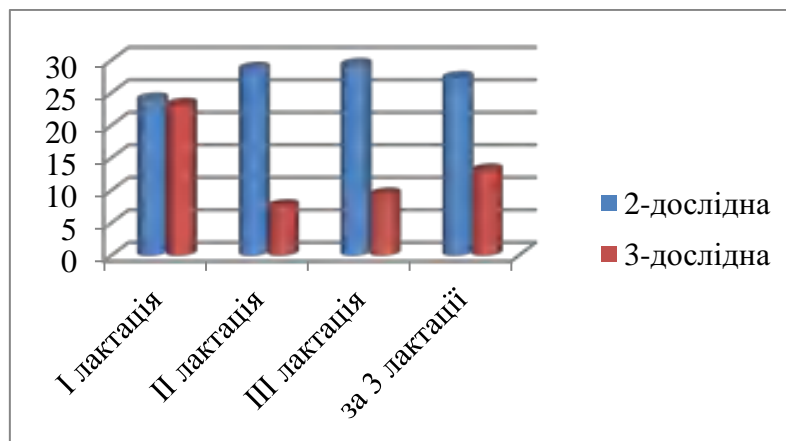


Рис. 1. Різниця між групами корів за тривалістю сервіс-періоду, %

Подібна тенденція збереглася і в наступні лактації. Подовження тривалості сервіс-періоду за другу лактацію склало у другій групі 28,6 днів, третій – 7,5 днів, за третю лактацію відповідно 29,2 дні і 9,3 дні порівняно з першою лактацією. Середнє значення сервіс-періоду за 3 лактації у контрольній групі становило 77,7 дні, у другій дослідній – на 27,2 дні, третій дослідній – на 13,0 дні довше.

Продовжена тривалість сервіс-періоду може суттєво негативно вплинути на продуктивність молочного стада, адже вона призводить до яловості корів і, відповідно, до недоодержання телят. Яловість корови є серйозною проблемою для молочного господарства, оскільки кожен пропущений цикл осіменіння знижує загальний прибуток ферми.

Дослідження показують, що кількість днів яловості у піддослідних корів має значну залежність від віку та терміну першого плідного осіменіння. Корови, які були вперше осіменені у 17-18 місяців мали коротший сервіс-період і меншу кількість днів яловості в порівнянні з тими, що осіменялися у 15-16 та 19-20 місяців.

**Висновки.** Середнє значення сервіс-періоду за 3 лактації у групі корів, яких осіменяли у 17-18 міс., становило 77,7 дні, у 15-16 міс – на 27,2 дні, 19-20 міс. – на 13,0 дні довше.

### Список використаної літератури

1. Ведмеденко О. В. Вплив генотипових та паратипових факторів на молочну продуктивність корів. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2019. Вип. 30. С. 31–38.
2. Войтенко С. Л., Гладій М. В., Порхун М. Г., Сидоренко О. В., Цибенко

В. Г. Айрширська порода в умовах України. *Розведення і генетика тварин*. 2021. Вип. 62. С. 21–30.

3. Войтенко С.Л., Карунна Т.І., Шаферівський Б.С., Желізняк І.М. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 1-2. С. 21-26.

4. Голубенко Т.Л., Чудак Р.А., Скоромна О.І., Разанова О.П., Огороднічук Г.М., Главатчук В.А. Продуктивність і племінна цінність корів молочних порід української та зарубіжної селекції. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 132. С. 281–289.

5. Литвиненко Т.В., Бунь Ю.С. Відтворна здатність високопродуктивних корів голштинської породи в умовах лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2013. Вип. 1.(22). С. 122-125

6. Литвиненко Т.В., Бунь Ю.С. Відтворна здатність високопродуктивних корів голштинської породи в умовах лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2013. Вип. 1.(22). С. 122-125

7. Разанова О.П., Чудак Р.А., Огороднічук Г.М., Скоромна О.І., Голубенко Т.Л. Інноваційний розвиток молочного скотарства в контексті підвищення виробництва молока. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2023. Вип. 3 (54). С. 63–70

8. Разанова О. П. Молочна продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107). Т. 2. С. 93-104.

9. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т.В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія. 2020. 174

**Олександр ВЕЛЬГАН<sup>7</sup>,**  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ВІДТВОРНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ РІЗНОЇ КРОВНОСТІ**

***Анотація.** Основним завданням селекційно-племінної роботи з українською чорно-рябою молочною породою у кожному господарстві є досягнення високопродуктивного поголів'я. Метою дослідження було дослідити залежність ступеня голштинізації української чорно-рябої молочної породи на продуктивні якості корів. Для проведення досліджень було відібрано 2 групи корів-первісток. До першої відбиралися корови-первістки з рівнем голштинської крові 50%, другої – 75%. За результатами досліджень встановлено, що корови з кровністю 75% показали вищий рівень плодючості, ніж корови з 50% голштинської крові. Тривалість сухостійного періоду у корів була в межах норми, сервіс-періоду – на 14 днів довша. Коефіцієнт відтворювальної здатності та індекс плодючості зменшувався зі збільшенням кровності. Дослідження підтверджують, що з підвищенням частки кровності по голштинській породі у корів молочна продуктивність суттєво зростає.*

***Ключові слова:** корови-первістки, сухостійний період, сервіс-період, молочна продуктивність, коефіцієнт відтворення.*

***Annotation.** The main task of selection and breeding work with the Ukrainian black and spotted dairy breed in every farm is to achieve highly productive livestock. The purpose of the study was to investigate the dependence of the degree of Holsteinization of the Ukrainian black-spotted dairy breed on the productive qualities of cows. 2 groups of first-born cows were selected for research. First-born cows with a level of Holstein blood of 50% were selected for the first, and 75% for the second. Based on the results of research, it was established that cows with 75% blood showed a higher level of fertility than cows with 50% Holstein blood. The duration of the dry period in cows was within the norm, the service period was 14 days longer. The coefficient of reproductive capacity and fertility index decreased with increasing blood count. Studies confirm that with an increase in the proportion of Holstein blood in cows, milk productivity increases significantly.*

***Key words:** first-born cows, dry period, service period, milk productivity, reproduction ratio.*

---

<sup>7</sup>Науковий керівник: Разанова О.П., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

**Вступ.** Сучасне молочне скотарство в Україні переживає значні зміни, які характеризуються активним впровадженням інтенсивних технологій та послідовним підвищенням продуктивності тварин. Цей процес зумовлює загальне стабільне зростання виробництва молочної продукції, що є ключовим аспектом розвитку галузі.

Підвищення відтворювальних показників у тварин стає особливо складним завданням в умовах збільшення концентрації поголів'я та впровадження промислових технологій у виробництві молока. Висока лактація супроводжується значними фізіологічними змінами, які зачіпають весь організм тварини, зокрема, змінюючи кореляційні зв'язки між різними органами. Репродуктивна система при цьому набуває особливої важливості, адже процеси розмноження і лактації тісно пов'язані, формуючи єдиний біологічний цикл відтворення.

Існує тенденція до зниження плодючості при збільшенні надою молока, що може викликати порушення функцій репродуктивної системи. Це викликає занепокоєння, оскільки комплекс заходів, спрямованих на підвищення продуктивності, не завжди позитивно впливає на відтворювальну здатність корів. В окремих випадках такі заходи можуть призводити до зниження репродуктивних показників, що в довгостроковій перспективі впливає на загальну продуктивність стада.

Використання генофонду найкращих світових порід є важливим елементом у створенні нових порід. При створенні української чорно-рябої молочної породи активно використовувався генетичний потенціал голштинської породи, яка вважається однією з найпродуктивніших у світі [2]. Голштини внесли значний внесок у генотип корів, які утримуються в різних господарствах України, і їхня спадковість становить 60-75%, а в кращих підприємствах інтенсивного типу цей показник досягає 80-90% і більше.

Метою роботи було дослідити залежність ступеня голштинізації української чорно-рябої молочної породи на продуктивні якості корів.

Для проведення досліджень було відібрано групу корів-первісток за методом аналогів, враховуючи їх вік, походження та живу масу. Тварини були розділені на групи за рівнем голштинської крові. Першу групу склали корови-первістки з рівнем голштинської крові 50%, другої – 75%.

Формування груп проводилося відповідно до методики зоотехнічних досліджень у галузі молочного скотарства з використанням інформації зоотехнічного обліку. У дослідях корів оцінювалися за такими показниками продуктивності: надій молока і загальна продуктивність протягом лактації.

Генетичні чинники також відіграють важливу роль у формуванні відтворювальних показників. За результатами досліджень було встановлено, що корови з кровністю 75% показали вищий рівень плодючості, ніж корови з 50% голштинської крові. Зокрема, вихід телят на 100 корів становив 82,1% для корів з 50% кровністю, що перевищувало показники корів з 75% кровністю на 0,7%.



Це свідчить про потенціал корів з меншою часткою голштинської крові щодо ефективнішого відтворення (табл. 1).

Дослідження показали, що тривалість сухостійного періоду у корів української чорно-рябої молочної породи була в межах норми (59,2-60,6 днів).

**Таблиця 1**

**Відтворювальна здатність корів української чорно-рябої молочної породи різної кровності**

Показник	Частка кровності по голштинській породі, %	
	50	75
Вихід телят на 100 корів, %	82,1	81,4
Тривалість тільності, днів	279,69±1,1	276,80±1,3
Тривалість сухостійного періоду, днів	59,2±2,7	60,6±3,1
Тривалість сервіс-періоду, днів	108,7±9,2	114,5±8,5
Вік першого отелення, місяців	27,8±0,8	29,4±0,6
Тривалість міжотельного періоду, днів	388,4	391,3
Коефіцієнт відтворення	0,92	0,90
Індекс плодючості, %	45,8	43,8

Однак тривалість сервіс-періоду, що є важливим показником репродуктивної здатності тварин, перевищувала допустимі норми (90-100 днів), особливо у корів з 75% кровністю по голштинській породі, де цей показник становив 114,5 днів. Це перевищувало показники тварин з 50% кровністю на 5,8 днів, що свідчить про наявність проблем у відтворенні.

Ремонтні телиці з 75 % кровністю мали пізніший вік першого отелу – 29,4 місяців, що на 1,6 дні довше порівняно з ровесницями з 50% кровністю. Тривалість тільності в обох групах відповідала фізіологічній нормі (276-279 днів), але інтервал між отелами у корів з 75% кровністю збільшився на 2,9 днів порівняно з тваринами 50% кровністю. Це пояснює зниження виходу телят.

Коефіцієнт відтворювальної здатності, який вважається оптимальним до 1, у корів з 50% кровністю становив 0,92, але зі збільшенням кровності до 75% він зменшився на 0,02. Індекс плодючості, який об'єднує вік першого отелу та інтервал між отелами, також зменшувався зі збільшенням кровності на 2,0%.

Основним завданням селекційно-плеємної роботи є досягнення високопродуктивного поголів'я. Дослідження підтверджують, що з підвищенням частки кровності по голштинській породі у корів молочна продуктивність суттєво зростає. Попри зниження репродуктивних показників, корови з 75% кровністю мали вищий надій молока за третю лактацію на 1,9%, досягнувши рівня 8768,2 кг. Це свідчить про те, що кровність за голштинською породою впливає на баланс між репродуктивною здатністю та молочною продуктивністю. Тварини з 75% кровністю перевищували своїх однолітків з 50% кровністю за середньою продуктивністю за 305 днів на 914,4 кг (12,7%) (табл. 2).

Щодо якості молока між коровами з різною кровністю також

спостерігалися відмінності. Корови з 50% кровністю мали вищий відсоток жиру в молоці, перевищуючи корів з 75% кровністю на 0,12%. Проте, тварини з 75% кровністю мали більший вміст білка в молоці на 0,02%.

**Таблиця 2**

**Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи різної кровності**

Показник	Частка кровності по голштинській породі, %	
	0	5
Середня продуктивність за 305 днів по 3 лактаціям, кг	7197,3±199,7	8111,7±146,2
Вміст жиру, %	3,73±0,04	3,85±0,04
Кількість молочного жиру, кг	268,4±5,4	312,3±7,1
Вміст білку, %	3,05±0,02	3,03±0,02
Надій за 3 лактацію, кг	8086,4±131,4	8768,2±186,9
Вміст жиру, %	3,85±0,06	3,97±0,06
Кількість молочного жиру, кг	311,3±10,5	348,1±9,3
Вміст білку, %	3,07±0,06	3,05±0,02

Підвищення частки кровності вплинуло на покращення молочної продуктивності у наступних лактаціях. Дані показують, що за третю лактацію перевага за рівнем молочної продуктивності за 305 днів у корів з 75% кровністю становила 8,4%.

Також важливим фактором є кількість молока та вихід жиру на кожні 100 кг живої маси корови, що впливає на загальну ефективність виробництва молока. Проведені дослідження показують, що зі зростанням частки кровності по голштинській породі молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи збільшується (табл. 3).

**Таблиця 3**

**Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи з різною часткою кровності по голштинській породі у розрізі лактацій**

Частка кровності по голштинській породі, %	Показник			
	Лактація	Надій за 305 днів, кг	Жива маса, кг	Коефіцієнт молочності
50	1	7197±213,3	445,5±7,0	16,15
	2	7785,1±254,3	473,7±7,6	16,43
	3	8086,4±131,4	519,50±8,1	15,56
	4	8139,5±480,6	527,1±9,1	15,44
75	1	7764,2±242,4	436,2±4,1	17,79
	2	7803,0±309,4	462,8±4,1	16,86
	3	8768,2±486,9	535,6±8,2	16,37
	4	8340,8±387,7	520,7±9,3	16,02

За результатами проведених досліджень було встановлено, що жива маса корів змінювалася залежно від віку лактації та кровності по голштинській породі і була в межах від 436 до 535 кг.

Вік мав вплив як на живу масу, так і на молочну продуктивність. Так, за першою лактацією найвищий надій склав у корів 75% кровністю за голштинською породою (7764 кг), що більше однолітків з 50% кровністю на 567,2 кг або на 7,9%. За другою лактацією також спостерігалось збільшення молочної продуктивності у корів з 75% кровністю. Перевага у даній групі над однолітками з 50% кровністю була незначною і становила 17,9 кг. За третьою лактацією корови з 75% кровністю по голштинській породі мали вищий надій на 8,4%. За четверту лактацію виявлено незначне підвищення надою у корів з різною кровністю, порівняно з надоями за третю лактацію та між групами.

Коефіцієнт молочності вищий у корів зі ступенем кровності 75% по голштинській породі від 16,02 за четверту лактацію до 17,79 – за першу.

Отже, тварини зі ступенем кровності 75% по голштинській породі мали більш високий генетичний потенціал і показали найбільшу продуктивність порівняно з 50% кровністю.

**Висновки.** Корови з кровністю 75% показали вищий рівень плодючості. Тривалість сервіс-періоду перевищувала допустимі норми. Ремонтні телиці з 75 % кровністю мали пізніший вік першого отелу – 29,4 місяців. Тварини з 75% кровністю перевищували своїх однолітків з 50% кровністю за середньою продуктивністю за 305 днів на 12,7%. Коефіцієнт молочності вищий у корів зі ступенем кровності 75% по голштинській породі від 16,02 за четверту лактацію до 17,79 – за першу.

#### Список використаної літератури

1. Бомко В.С., Даниленко В.П., Бабенко С.П. та ін. Особливості формування і годівлі високопродуктивного стада корів: монографія. Біла Церква: БНАУ. 2019. 372 с.

2. Ведмеденко О. В. Вплив генотипових та паратипових факторів на молочну продуктивність корів. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2019. Вип. 30. С. 31–38.

3. Войтенко С. Л., Гладій М. В., Порхун М. Г., Сидоренко О. В., Цибенко В. Г. Айрширська порода в умовах України. *Розведення і генетика тварин*. 2021. Вип. 62. С. 21–30.

4. Войтенко С.Л., Карунна Т.І., Шаферівський Б.С., Желізняк І.М. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 1-2. С. 21-26.

5. Голубенко Т.Л., Чудак Р.А., Скоромна О.І., Разанова О.П., Огороднічук Г.М., Главатчук В.А. [Продуктивність і племінна цінність корів молочних порід української та зарубіжної селекції](#). *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 132. С. 281–289.

6. Литвиненко Т.В., Бунь Ю.С. Відтворна здатність високопродуктивних корів голштинської породи в умовах лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2013. Вип. 1 (22). С. 122-125.

7. Литвиненко Т.В., Бунь Ю.С. Відтворна здатність високопродуктивних корів голштинської породи в умовах лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2013. Вип. 1.(22). С. 122-125.

8. Разанова О.П., Чудак Р.А., Огороднічук Г.М., Скоромна О.І., Голубенко Т.Л. Інноваційний розвиток молочного скотарства в контексті підвищення виробництва молока. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2023. Вип. 3 (54). С. 63–70.

9. Разанова О. П. Молочна продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107), т. 2. С. 93-104.

10.Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т.В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія. 2020. 174

**Марія ГЕРИНЕЦЬ<sup>8</sup>**,  
студентка 4-го курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ УМОВИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ**

***Анотація.** У статті розглянуто вплив санітарно-гігієнічних умов утримання на продуктивність молочної худоби, зокрема порівняно прив'язний та безприв'язний способи утримання. Проведено дослідження лактаційної діяльності корів за різних методів утримання: удій за лактацію, вміст жиру та білка в молоці, а також відтворювальні якості корів. Встановлено, що прив'язний спосіб утримання забезпечує кращі показники молочної продуктивності, особливо у зимові місяці. Корови, що утримувалися прив'язно, мали вищу продуктивність і довшу тривалість використання порівняно з безприв'язними умовами. Вплив на відтворювальні показники, такі як тривалість сервіс-періоду та індекс запліднення, також був більш сприятливим при прив'язному утриманні. Однак, відносна вологість та освітленість були кращими при безприв'язному утриманні, що може впливати*

---

<sup>8</sup>Науковий керівник: Голубенко Т.Л., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

на комфорт і здоров'я тварин. Загалом, стаття підтверджує, що оптимальні умови утримання сприяють реалізації продуктивного потенціалу молочної худоби.

**Ключові слова:** молочна продуктивність, санітарно-гігієнічні умови, корови, прив'язне утримання, безприв'язне утримання, лактаційна діяльність, відтворювальні якості, мікроклімат корівника, сезон отелення, економічна ефективність.

**Annotation.** The article discusses the influence of sanitary and hygienic conditions of keeping on the productivity of dairy cattle, in particular the comparative tethered and loose methods of keeping. A study of the lactation activity of cows under different methods of keeping was carried out: milk yield for lactation, fat and protein content in milk, as well as reproductive qualities of cows. It has been found that the tethered method of maintenance provides better indicators of milk production, especially in the winter months. Cows kept tethered had higher productivity and longer duration of use compared to loose conditions. Effects on reproductive indicators, such as service period length and fertilization index, were also more favorable with tethered housing. However, relative humidity and light were better when loose, which can affect the comfort and health of the animals. In general, the article confirms that optimal housing conditions contribute to the realization of the productive potential of dairy cattle.

**Key words:** milk production, sanitary and hygienic conditions, cows, tethered housing, loose housing, lactation activity, reproductive qualities, barn microclimate, calving season, economic efficiency.

**Вступ.** Санітарно-гігієнічні умови утримання є важливим чинником, що впливає на продуктивність молочної худоби. Комфортні умови утримання забезпечують здоров'я тварин, оптимальний рівень молочної продуктивності, підвищують відтворювальні якості, а також сприяють ефективному використанню генетичного потенціалу поголів'я. Особливо важливим є створення відповідного мікроклімату у корівниках, адже параметри температури, вологості та освітлення безпосередньо впливають на фізіологічний стан тварин та обмін речовин. В умовах сучасного тваринництва значна увага приділяється вибору технологій утримання, зокрема прив'язного та безприв'язного способів, які мають свої переваги та недоліки. Вибір відповідної системи утримання залежить від багатьох факторів, таких як технологічні можливості фермерського господарства, кількість тварин, кліматичні умови регіону, а також мета виробництва.

Метою статті є оцінка впливу санітарно-гігієнічних умов утримання на молочну продуктивність корів залежно від способу утримання та сезону отелення.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження впливу санітарно-гігієнічних умов утримання на продуктивність молочної худоби є важливим аспектом у

тваринництві, адже комфортні умови утримання значно підвищують ефективність виробництва молока.

Проблема збільшення виробництва продуктів тваринництва в нашій країні залишається однією з першочергових задач агропромислового комплексу. Інтенсивні технології дозволяють повніше реалізувати можливість підвищення рентабельності виробництва. У цей же час слід відзначити, що при таких технологіях адаптивні, продуктивні та репродуктивні можливості тварин реалізуються неповністю. Причиною цього є велика концентрація тварин на малих майданчиках і цілорічне стійлове утримання [7].

За даними ряду учених продуктивність тварин на 60% залежить від годівлі, на 25-30% від зоогігієнічних умов і на 20% – від генетичних факторів. При цьому максимальна віддача може бути отримана лише в тому випадку, якщо всі вищезазначені технологічні процеси діють злагоджено, ритмічно і безперервно. Для одержання молока високої якості потрібно не тільки правильно годувати тварин, а й дотримуватись санітарно-гігієнічних умов на фермах [7, 8].

Зважаючи на необхідність нарощування виробництва молока, як одного із основних видів продукції тваринництва, слід вибрати найбільш енергозберігаючу технологію, яка забезпечить комфортні умови утримання тварин та прояв їх генетичного потенціалу, особливо за молочною продуктивністю. Серед параметрів, що впливають на молочну продуктивність та характер лактаційної діяльності корів, важливе місце займають умови утримання корів та сезон отелення. Умови утримання тварин є ключовим фактором технологічних рішень при виробництві молока, визначають стан здоров'я тварин, тривалість виробничого використання, забезпеченість приміщеннями, організацію годівлі, доїння та інші виробничі процеси.

Тварин у групи формували за способом утримання: перша група – прив'язне утримання, друга група – безприв'язне утримання.

При прив'язному способі утримання доїння корів проводили у стійлах у молокопровід, при безприв'язному – у доїльному залі на установці типу «Ялинка».

Для характеристики лактаційної діяльності корів при прив'язному та безприв'язному утриманні досліджено молочну продуктивність корів: удій за лактацію, масова частка жиру та білка в молоці, кількість молочного жиру та білка. Вивчали роздій корів за лактаціями та за місяцями лактації. Визначали лактаційну криву за місяцями 1-ї лактації.

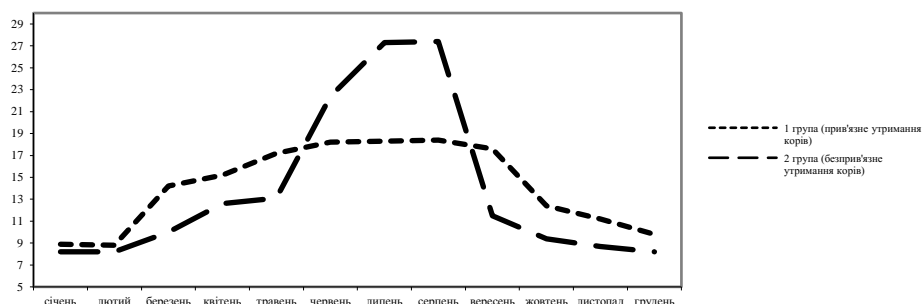
Відтворювальні якості корів оцінювали за живою масою та віком при першому плідному заплідненні та отелі корів; тривалості сервіс-, сухостійного та міжотельного періодів, виходу телят на 100 корів.

Надої молока у корів обраховували шляхом проведення контрольних надоїв індивідуально два рази в місяць. Потім за отриманими контрольними даними вираховували удій по місяцях лактації і за лактацію. Один раз в місяць визначали вміст жиру і білка в молоці на приладі «Екомілк». Проби молока для

визначення хімічного складу брали пропорційно удою протягом доби.

Для визначення економічної ефективності враховували дані річного виробництва молока, витрати праці і кормів, собівартість 1 ц молока і прибуток від реалізації.

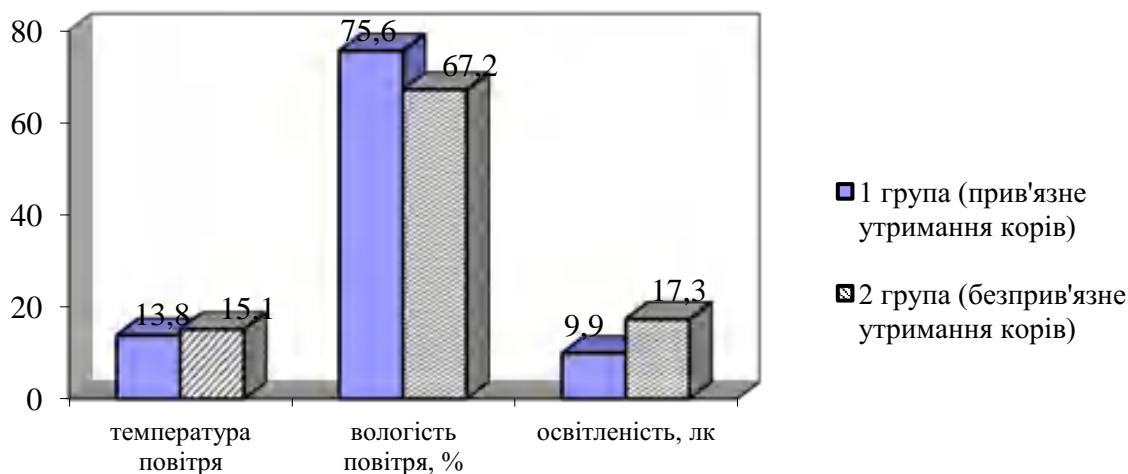
При вивченні температури у корівниках за різних способів утримання спостерігалось різке підвищення у приміщенні, де корів утримували безприв'язно – до 27,3-27,4 °С і значно нижчі показники в осінньо-зимові місяці – від 9,4 до 8,2 °С (рис. 1).



**Рис. 1. Динаміка температури у корівнику за різних способів утримання**  
Джерело: сформовано автором на основі [6].

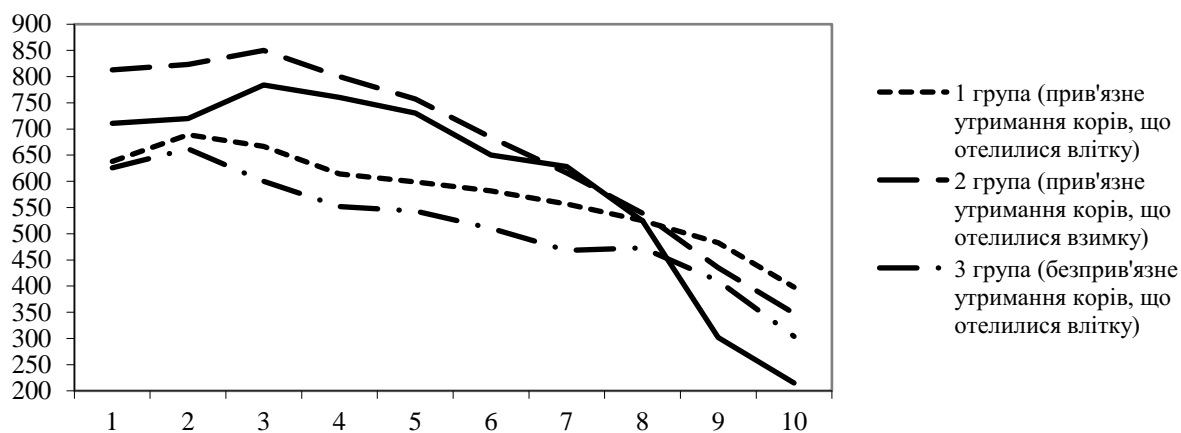
Значний вплив на формування мікроклімату у корівниках мав сезон року (рис. 2).

Середня температура повітря у корівниках за прив'язного способу утримання була меншою на 1,3 °С. Відносна вологість повітря нижча була за безприв'язного способу утримання – на 8,4%. Освітленість краща була також у приміщеннях, де корів утримували безприв'язно, з різницею 7,4 лк порівняно з прив'язним способом.



**Рис. 2. Показники мікроклімату у корівниках за різних способів утримання**  
Джерело: сформовано автором на основі [6].

Головним показником, що характеризує лактаційну діяльність корів, є динаміка надою за місяцями лактації. Як правило, надій корів збільшується до 2-3 місяців лактації, після чого стабілізується і з 6 місяця починає знижуватися. Динаміка середньомісячного надою корів досліджуваних груп наведена на рисунку 3.



**Рис. 3. Динаміка середньомісячного надою корів-первісток за 305 днів лактації**

Джерело: сформовано автором на основі [6].

При прив'язному і безприв'язному утриманні мали вищу продуктивність корови, що отелилися у зимовий період. Максимальні надої у корів отримано на третьому місяці лактації. Вищі показники мали корови, що утримували на прив'язі (друга група) – 850 кг, що більше проти тваринами четвертої групи (безприв'язне утримання) на 66 кг (8,4 %). Від корів, що отелилися в літні місяці, вища продуктивність була отримана на другому місяці лактації – 689 кг у першій групі та 850 кг – у другій групі.

Загалом динаміка надоїв по місяцях лактації у корів піддослідних груп подібна. Вищі показники продуктивності мають корови, що утримувалися прив'язно. Помітний вплив на молочну продуктивність корів мав сезон отелення. Найкраще роздоювалися і мали відповідно вищі показники корови, що отелилися у зимові місяці. За другий місяць лактації надій на корову, що телилися у зимові місяці були вищими порівняно з показниками корів, що отелилися влітку, на 19,4%, третій – на 27,4%, четвертий – на 30,2%, п'ятий – на 26,3%, шостий – на 17,5%, сьомий – на 10,6%. За восьмий місяць надої у корів піддослідних груп майже вирівнялися і різниця між групами становила 2,6%, дев'ятий – нижчими на 9,9% і десятий місяць – також меншими – на 12,5%.

При безприв'язному утримання залежно від сезону отелення прослідковується аналогічна різниця між показниками на користь корів, що отелилися у зимові місяці. За другий місяць перевага становила 8,7%, третій – 30,6%, четвертий – 37,6%, п'ятий – 34,4%, шостий – 27,4%, сьомий – 34,1%, восьмий – 10,7%. На дев'ятий-десятий місяць надої у корів четвертої групи були нижчими на 26,3 і 29,2% відповідно.

Отже, спосіб утримання мав більший вплив на показники молочної



продуктивності корів. Різниця між надоями залежно від сезону отелення та способу утримання була на користь прив'язного утримання та отелення корів у зимові місяці. У цій групі за лактацію надано 6665 кг молока, що більше порівняно з першою групою на 15,8%, третьою – на 29,4% і четвертою – на 10,6%.

На динаміку молочної продуктивності корів з віком серед ряду факторів впливають й умови утримання та експлуатації корів. Як правило, надої до 5-6 лактації зростають, а потім поступово знижуються. У дослідженнях ця закономірність загалом підтверджується. При прив'язному утриманні надої збільшилися до 6-ї лактації і трималися на досить високому рівні по 7-8 лактаціях, потім знижувалися. Надої корів цієї групи збільшилися порівняно з 1-ю лактацією: за другу лактацію на 8,2%, третю – на 17,1%, четверту – на 20,4%, п'яту – на 21,3%, шосту – на 26,1%, сьому – на 19,9%, восьму – на 18,9%, дев'яту – на 9,1%. У групі корів, яких утримували безприв'язно, надій на корову складала відповідно за зазначені вікові лактації: за другу – на 9,3%, третю – на 12,2%, четверту – на 13,3%, п'яту – на 13,9%, шосту – на 16,2%, сьому – на 17,7%, восьму – на 19,8% (табл. 1).

Слід зазначити, що з дев'ятої лактації у першій групі корів за 305 днів лактації було отримано 4672 кг молока, що становить 84% від продуктивності за першу лактацію. У другій групі тривалість використання корів менша, до 8 лактації.

**Таблиця 1**

**Вікова динаміка молочної продуктивності корів за різних способів утримання**

Лактація	Спосіб утримання корів					
	прив'язне			безприв'язне		
	надій, кг	вміст жиру, %	кількість молочного жиру, кг	надій, кг	вміст жиру, %	кількість молочного жиру, кг
1	5558	3,82	212,3	5379	3,73	200,6
2	6012	3,82	229,7	5883	3,75	220,6
3	6511	3,83	249,4	6038	3,77	227,6
4	6693	3,82	255,7	6095	3,80	231,6
5	6745	3,81	257,0	6126	3,82	234,0
6	7008	3,77	264,2	6251	3,85	240,7
7	6668	3,78	252,1	6334	3,82	242,0
8	6613	3,79	250,6	6444	3,70	238,4
9	6063	3,88	235,2	-		
10	4672	3,88	181,3	-		

*Джерело: сформовано автором на основі [6].*

З даних таблиці 1 видно, що інтенсивність роздою корів з віком при прив'язному утриманні дещо вища, ніж при безприв'язному утриманні. У першій групі за прив'язного утримання корів найвищі надої були отримані за шосту лактацію – 7008 кг молока, у другій за безприв'язного утримання – по восьму лактацію – 6444 кг. Надої корів першої групи за 1-6 лактації були більшими, ніж у тварин другої групи. Динаміка продукції молочного жиру з

віком корів аналогічна змінам надою. Кількість вироблено молочного жиру залежала від надою та вмісту жиру. Найбільше отримано молочного жиру від корів першої групи за шосту лактацію (264,2 кг), від другої – за сьому лактацію (242 кг). Проте даний показник у другій групі був меншим на 22,2 кг.

Однією з серйозних перешкод у підвищенні ефективності тваринництва є безпліддя сільськогосподарських тварин, що завдає значних збитків за рахунок недоотримання приплоду, зниження молочної продуктивності, витрат на утримання та годівлю безплідних тварин, витрат на їх лікування.

Репродуктивні показники корів значно мірою обумовлені різними факторами довкілля, серед яких умови утримання, технології виробництва молока. Спосіб утримання корів помітно впливає на відтворювальні якості корів. Результати отриманих даних досліджень наведено у таблиці 2.

**Таблиця 2**

**Репродуктивні показники корів за різних способів утримання**

Показник	Спосіб утримання корів	
	прив'язний	безприв'язний
Вік першого плідного осіменіння, днів	535	522
Жива маса при першому плідному осіменінні, кг	420	415
Вік першого отелу, днів	819	801
Жива маса корів за першу лактацію, кг	510	505
Тривалість сервіс-періоду, днів	148	125
Тривалість міжотельного періоду, днів	425	400
Тривалість сухостійного періоду, днів	61	61
Індекс осіменіння	2,35	2,07
Аборти, %	1,22	1,24
Мертвонародженні, %.	1,07	1,05
Отримано телят на 1 корову, гол.	3,68	3,06

*Джерело: сформовано автором на основі [6].*

З даних таблиці 2 видно, що спосіб утримання корів мав певний вплив на показники відтворювальних якостей корів. За тривалістю міжотельного періоду, індексу запліднення кращі показники були у корів другої групи. Тривалість сервіс-періоду була у них менша порівняно з коровами першої групи на 23 дні, міжотельного періоду – 25 днів. Різниця за індексом запліднення становить 0,28 на користь привязного способу утримання. Однак завдяки більшій тривалості племінного та продуктивного використання вихід телят на 1 корову за період господарського використання був більшим у тварин першої групи і склав 3,68 теля, що більше аналогічного показника для другої групи на 0,63. Спосіб утримання не мав особливого впливу на частоту абортів корів і мертвонароджених телят. Ці показники коливаються в межах 1,22-1,24 % та 1,05-1,07 % відповідно.

Середня температура повітря у корівниках за прив'язного способу утримання була меншою на 1,3 градуси, освітленість – на 7,4 лк, відносна вологість повітря нижча була за безприв'язного способу утримання – на 8,4%.

При прив'язному і безприв'язному утриманні мали вищу продуктивність корови, що отелилися у зимовий період. Від корів, що утримувались на прив'язі, на третьому місяці лактації отримано найбільше молока – 850 кг, що більше проти безприв'язного утримання на 8,4 %. Найкраще роздоювалися і мали відповідно вищі показники по надою корови, що отелилися у зимові місяці. Різниця між надоями залежно від сезону отелення та способу утримання була на користь прив'язного утримання та отелення корів у зимові місяці – надоєно 6665 кг молока, що більше порівняно з першою групою на 15,8%, третьою – на 29,4% і четвертою – на 10,6%. Вищі показники за перших три місяці лактації у корів, що отелилися в зимові місяці року – 11,8-13% від надою на корову за 305 днів лактації. Прив'язний спосіб утримання корів більшою мірою відповідає фізіологічним потребам тварин та сприяє реалізації продуктивного потенціалу за надоєм. При прив'язному утриманні надої збільшилися до 6-ї лактації і трималися на досить високому рівні по 7-8 лактаціях, потім знижувалися. У другій групі тривалість використання корів менша, до 8 лактації. Найбільше отримано молочно жиру від корів першої групи за шосту лактацію (264,2 кг), від другої – за сьому лактацію (242 кг). Проте даний показник у другій групі був меншим на 22,2 кг. Тривалість сервіс-періоду у корів другої групи менша порівняно з коровами першої групи на 23 дні, міжотельного періоду – 25 днів. Різниця за індексом запліднення становить 0,28.

**Висновки.** Отже, санітарно-гігієнічні умови утримання мають значний вплив на продуктивність молочної худоби. Оптимізація мікроклімату у корівниках, забезпечення чистоти приміщень, дотримання правил утримання та годівлі позитивно впливають на здоров'я тварин, їхній фізіологічний стан та, як наслідок, на кількість і якість виробленого молока. Встановлено, що корови, які утримуються в належних санітарно-гігієнічних умовах, мають вищі показники молочної продуктивності та відтворювальної здатності порівняно з тваринами, що утримуються в менш комфортних умовах. Удосконалення санітарно-гігієнічних умов утримання молочної худоби є ключовим фактором підвищення ефективності молочного виробництва. Використання сучасних технологій утримання та постійний контроль за санітарним станом господарств дозволяють не лише зберегти здоров'я тварин, а й значно підвищити якість і обсяги виробленої продукції.

### Список використаної літератури

1. Батир Р.Ю. Вплив кратності доїння на продуктивність корів. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. № 109. С. 8-13.
2. Бусенко О.Т. Технологія виробництва продукції тваринництва : підручник. К.: Аграрна освіта. 2001. 432 с.
3. Варпіховський Р.Л. Вплив режиму доїння на склад та властивості молока корів української чорно-рябої молочної породи. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 4 (103). С. 83-89.

4. Лоретц О.Г., Харлап С.Ю., Горелик А.С. Вплив сезону року на молочну продуктивність корів. *Кормовиробництво, продуктивність, довголіття та добробут тварин*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2018. С. 36-38.

5. Палій А. П., Науменко О.А. Інноваційні технології та технічні системи у молочному скотарстві. Х.: ФОП. 2015. 323 с.

6. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія. Вінниця. 2020. 174 с.

7. Тимошенко В., Музика О., Москальов О., Шматко Н. Комфорт корів – запорука високої продуктивності. *Тваринництво*. 2014. № 8. С. 39-41.

**Аліна ДАНИЛЮК<sup>9</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
**Вадим КАМИШНИЙ<sup>9</sup>**,  
магістр 1-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ ТЕЛИЧОК УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ-ПЕРВІСТОК**

***Анотація.** Стаття представляє результати оцінки залежності рівня молочної продуктивності, виявлена чітка закономірність між надоем молока від корів-первісток і віком їх першого отелення. Найвищим він був у телиць, яких осіменили у віці 17-18 місяців (отелення у 25- 27 місяців). Ці тварини, за даними промірів, мали правильну будову тіла, добре розвинену грудну клітку, міцний кістяк. На основі проведених аналізів стає можливим підвищити ефективність покращання стада за рахунок правильної організації цілеспрямованого вирощування ремонтного молодняка в різні вікові періоди.*

***Ключові слова:** ремонтні телиці, генетичний потенціал, вік першого осіменіння, продуктивність.*

---

<sup>9</sup>Науковий керівник: Віта Главатчук, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

**Annotation.** *The article presents the results of the assessment of the dependence of the level of milk productivity. A clear regularity was found between milk yield from first-born cows and the age of their first calving. It was the highest in heifers that were inseminated at the age of 17-18 months (calving at 25-27 months). These animals, according to the measurements, had the correct body structure, a well-developed chest, and a strong skeleton. On the basis of the conducted analyses, it becomes possible to increase the efficiency of herd improvement due to the correct organization of purposeful breeding of repair young animals in different age periods.*

**Key words:** *repair heifers, genetic potential, age of first insemination, productivity.*

**Вступ.** Один з головних аспектів молочного скотарства - вирощування ремонтного молодняка, здатного в майбутньому забезпечити високу продуктивність.

Вирощування телички необхідно розпочинати не в день її появи на світ, а в день запуску корови, оскільки сухостійний період має велике значення для отримання повноцінного приплоду. Збереження теляті та вік першого отелення залежить від процедури першої випойки теляті [12].

Як відомо, телята народжується стерильним, у них відсутній власний імунітет, а тому в ідеалі теляті в першу годину життя необхідно випоїти 1,5-2 літри молозива. Молозиво - це еліксир життя для новонародженого, адже містить 15-16% білку, що в 5 разів більше, ніж у молоці. Імуноглобуліни, антитіла, яких у молозиві міститься від 50 до 150 м в одному літрі, стовідсотково всмоктуються через кишечник безпосередньо в кров. Через 9-10 годин всмоктування скорочується наполовину, а через добу кишечник вже не в змозі вибірково всмоктувати імуноглобуліни, тому всмоктує все, що міститься в кишечнику - мікроорганізми, токсини тощо.

В жодному разі не можна задавати теляті першу порцію молозива понад два літри, адже сичуг по об'єму його не сприйме і це призведе до загнивання і діареї. За першу добу життя теля напувають двічі - не більше 3-4 л молозива.

Отож, якщо теляті не згодувати молозиво одразу після появи на світ, постраждає не тільки його імунітет, а й виникне великий ризик мікробної (кишкової) інфекції. Упродовж 3-4 тижнів життя резистентність організму забезпечується тільки за рахунок колострального імунітету [4].

На молочнотоварних фермах України сьогодні в середньому телятам випоюють 190-230 л натурального молока і таку ж кількість знежиреного молока чи замітника. Головне в цей період - не допустити захворювання телят.

Половина витрат на вирощування ремонтного телиці - корм. Від повноцінності раціону залежать темпи зростання і розвитку тварини, а значить і вік першої охоти і першої лактації. Помилки в годівлі ремонтного молодняка впливають на рентабельність вирощування через більш пізнє отелення або більшу частку неплідних тварин [13].

Фахівці з годівлі рекомендують у раціон ремонтної ВРХ вводити не менше 25% концентратів. При цьому необхідно не забувати про клітковину, необхідну для нормальної життєдіяльності біоти в багатокамерному шлунку.

3-поміж заходів, що сприяють підвищенню продуктивності молочних стад, суттєве значення має вирощування корів-первісток бажаного типу і рівня продуктивності [7].

Різні умови годівлі при вирощуванні молодняку можуть впливати на процеси росту і розвитку тварин, будову тіла, характер обміну речовин, формування майбутньої молочної продуктивності. Як інтенсивний, так і низький рівень годівлі ремонтних телиць може позначитися на молочній продуктивності вирощених корів [10].

При веденні молочного скотарства необхідно передбачити таку інтенсивність росту телиць, аби в усі вікові періоди вони за живою масою відповідали вимогам стандарту класу еліта-рекорд.

Значні селекційні досягнення у тваринництві розвинених країн світу зумовлені централізацією селекційного процесу поліпшення порід на базі створення автоматизованих інформаційних систем із широким використанням обчислювальної техніки, залученням сучасних стандартизованих методів вірогідної оцінки тварин за фено- і генотипом, розробки і реалізації оптимізованих селекційних програм за принципом великомасштабної селекції [2,5].

Генетично запрограмована продуктивність може бути реалізована лише за сприятливих умов вирощування, догляду та використання тварин. Встановлено, що інтенсивність росту телиць різних генотипів тісно пов'язана з рівнем молочної продуктивності. Зниження інтенсивності вирощування телиць у період від 18 місяців і до першого отелення не дає можливості твари- нам повністю реалізувати свій генетичний потенціал та молочної продуктивності [8].

Інтенсифікація скотарства пов'язана з безперервним підвищенням економічної ефективності за рахунок впровадження прогресивних технологій. Вирощування ремонтного молодняку повинно максимально сприяти формуванню високих продуктивних якостей тварин і бути економічно вигідним [1].

Мета статті полягає у з'ясуванні особливостей формування первісток із рівнем молочної продуктивності понад 6000 кг молока.

**Виклад основного матеріалу.** Інтенсивна технологія експлуатації потребує жорсткої браковки тварин, які знижують рівень продуктивності, або втрачають відтворні якості. Ось тому для ремонту стада щорічно вирощується племінний молодняк телиць та нетелей, які мають високий потенціал молочної продуктивності [3]. Аналіз господарської діяльності інтенсивної технології вирощування племінного молодняку показав, що залежно від маси телиць при народженні великою мірою залежить їх подальший ріст та розвиток, а також рівень молочної продуктивності, а також що реалізація генетичного потенціалу

рівня молочної продуктивності ремонтного молодняку при введенні їх в основне стадо йде від першої до третьої лактації. При цьому чим вища маса телиць при народженні та плідному осіменінні, тим вища їх продуктивність як в першу, так і в послідувачі лактації.

Економічна ефективність вирощування племінного молодняку напряду залежить від інтенсивності їх росту та розвитку. Чим вищі середньодобові прирости живої маси у телиць, тим раніше вони плідно осіменяються, тим раніше дають продукцію [11].

Дослідження проводилися на базі СВК «Трунівник» с. Ярмолинці Гайсинського району Вінницької області з коровами первістками з розведення української чорно-рябої молочної породи великої рогатої худоби.

Формування молочних якостей тварин базується на реалізації генетичної основи в процесі вирощування, через що вирощування молодняку є продовженням відбору, – і добра половина худоби проходить через «руки виховання».

При вивченні цього питання були взяті 50 голів корів-первісток із надоем 5000 кг і більше молока за 305 днів першої лактації, при двохразовому доїнні. В дослідженні використано кореляційний аналіз, завдяки якому оцінюється не тільки наявність і направленість, але й ступінь зв'язку між оцінюваними ознаками

Як свідчать отримані результати досліджень, телиці, вирощені в оптимальних умовах годівлі та догляду, раніше запліднюються і теляться, що дає змогу в ранній строк визначити їх молочну продуктивність і зробити оцінку господарсько-племінного призначення тварин. Рівень продуктивності корів залежить від віку першого отелення таблиця 1.

**Таблиця 1**

**Залежність молочної продуктивності корів-первісток від віку першого отелення**

Вік першого отелення, міс.	Кількість тварин, гол.	Середній надій на 1 гол., кг	Вміст жиру в молоці, %	Кількість молочного жиру, кг
25-27	20	5909,8	3,82	225,7
28-30	43	5603,8	3,7	207,3
31-33	22	5634,1	3,7	208,5
34-36	15	5609,8	3,72	208,7

Найвищим він був у телиць, яких осіменили у віці 17-18 місяців (отелення у 25-27 місяців). Ці тварини, за даними промірів, мали правильну будову тіла, добре розвинену грудну клітку, міцний кістяк. Усе це відповідає вимогам, які ставляться до худоби молочного напряду продуктивності.

Із аналізу даних таблиці 2 виходить, що рівень варіації живої маси знаходиться в межах 7,64- 12,12% із чітко вираженою віковою мінливістю в бік меншого значення.

Із аналізу даних таблиці 2 виходить, що рівень варіації живої маси знаходиться в межах 7,64- 12,12% із чітко вираженою віковою мінливістю в бік меншого значення.

**Таблиця 2****Зміна живої маси високопродуктивних корів-первісток за період вирощування**

Вік, міс.	Кількість тварин, гол.	Жива маса, М ± m, кг	Cv	Коефіцієнт варіації (%)
При народженні	72	34,0±0,34	8,6	12,1
6	72	172,1±1,43	7,1	10,0
12	72	291,2±2,09	6,1	8,7
18	72	398,2±2,46	5,3	7,6

Так, коефіцієнт мінливості з віком у високопродуктивних корів-первісток при їх вирощуванні має тенденцію до зменшення. Якщо при народженні ремонтних телиць цей показник становив 8,6, то при досягненні ними 18-місячного віку - 5,3.

Результати проведених досліджень показують залежність між рівнем молочної продуктивності корів-первісток та інтенсивністю росту і розвитку ремонтних телиць у таблиці 3.

**Таблиця 3****Кореляційна оцінка високопродуктивних корів-первісток у різні періоди вирощування**

Вік, міс.	Жива маса, М ± m, кг	Надій за 305 днів М ± m, кг	Коефіцієнт кореляції (%)
При народженні	34,0±0,34	5688,8±27,2	0,001
6	172,1±1,43	5688,8±27,2	0,149
12	291,2±2,09	5688,8±27,2	0,142
18	398,2±2,46	5688,8±27,2	0,201

Коефіцієнт кореляції варіює від нульового значення (жива маса при народженні) до достовірного позитивного значення порядку 0,201 (жива маса у 18 місяців).

**Висновок.** На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

Надої від корів-первісток та вміст жиру в молоці підвищується при досягненні ними живої маси у 18-місячному віці (понад 380 кг), що є оптимальним показником розвитку та одержання першого приплоду в 25-27-місячному віці. Такі первістки краще розвинені і мають значно вищу молочну продуктивність. Це свідчить про те, що лише здоровий, добре розвинений організм здатний до напруженої лактаційної діяльності.

Отже, для отримання високих і стабільних надоїв молока важливе місце надається контролю за живою масою та вгодованістю ремонтних телиць.

Проведені оцінки мінливості живої маси корів при їх народженні, а також у 6-, 12- і 18- місячному віці показали, що в основному варіаційному ряді



відмічається нормальний розподіл частот, який свідчить про складну залежність цієї ознаки від значного числа спадкових і не спадкових факторів.

### Список використаних джерел

1. Бомко В.С., Бабенко С.П., Москалик О.Ю. Годівля сільськогосподарських тварин: підручник. К. 2010. 278 с.
2. Варпіховський Р.Л. Вплив мікроклімату та клінічних показників теличок і нетелей української чорно-рябої молочної породи. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. № 3 (102). С. 95-97.
3. Варпіховський Р.Л., Кучеренко О.М. Вплив мікроклімату приміщення та умов утримання телят у період вирощування до 8-місячного віку. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. Випуск 124. С. 118-126.
4. Горбатенко І.Ю., Гиль М.І., Захаренко М.О. Біологія продуктивності сільськогосподарських тварин. Миколаїв: МНАУ. 2018. 600 с.
5. Костенко В.І. Інтенсивні методи вирощування ремонтного молодняку великої рогатої худоби: підручник. К: Видавництво Ліра-К. 2020. 188 с.
6. Кулик М.Ф., Скоромна О.І., Гончар Л.А., Зелінська І.П. Новий метод оцінки кормів в продукції молока. *Корми і кормовиробництво*. 2021. № 92. С. 137-148.
7. Бомко В.С., Даниленко В.П., Бабенко С.П. Особливості формування і годівлі високопродуктивного стада корів: монографія. Біла Церква: БНАУ. 2019. 372 с.
8. Скоромна О.І. Оцінка високобілкових кормів у продукції молока. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 90. С. 157-168.
9. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочною напрямом та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія. ВНАУ. 2020. 174 с.
10. Трончук І. С., Рак Т. М., Чижанська Н. В. Структура і поживність раціонів для дійних корів із річним надоєм молока від шести до дев'яти тисяч кілограмів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Серія: Сільське господарство. Тваринництво*. 2012. № 1. С. 107-111.
11. Фаріонік Т.В. Вплив вітамінно-мінерального живлення на продуктивність корів і якість молока. *Slovak international scientific journal. Bratislava*. 2020. № 40. Vol. 1. P. 48-55.
12. Юлевич О.І., Дехтяр Ю.Ф. Використання оптимізованих монораціонів в годівлі корів. *Аграрна наука та харчові технології. Серія: Годівля тварин та технологія кормів*. 2017. Вип. 2 (96). С. 125-132.
13. Яремчук О.С., Лютка Г.І., Поліщук Т.В. Методологія та організація наукових досліджень у ветеринарній гігієні, санітарії та експертизі: навчальний посібник. Вінниця: ВЦ ВНАУ. 2019. 303 с.

**Олена ДМИТРУК<sup>10</sup>,**  
студентка 3-го курсу,  
факультету технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КОРОПА (CYPRINUS CARPIO L.) ЗА ДІЇ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ**

***Анотація.** Аквакультура постійно адаптується до викликів, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища, зміною клімату, стресами й іншими факторами, що можуть впливати на продуктивність рибного господарства. Для зменшення негативного впливу цього явища можна ввести до складу кормів пробіотики та біогенні елементи. Такі функціональні корми можуть стати альтернативою для підвищення природного захисту риб, так як вони є спеціальними дієтичними композиціями, що містять добавки для оптимізації антиоксидантного статусу й підтримки імунної системи організму. Розвиток аквакультури призвів до збільшення зацікавленості в профілактиці та лікуванні хвороб риб. Основною метою вдосконалення методів вирощування є забезпечення добробуту риб за допомогою сучасних технологічних рішень, які дозволяють досягати максимальних результатів виробництва.*

***Ключові слова:** короп, пробіотик, полікультура, зариблення, біохімічні показники.*

***Annotation.** Aquaculture is constantly adapting to challenges related to environmental pollution, climate change, stresses and other factors that can affect the productivity of fisheries. To reduce the negative impact of this phenomenon, probiotics and biogenic elements can be added to feed. Such functional feeds can become an alternative to increase the natural protection of fish, as they are special dietary compositions containing additives to optimize the antioxidant status and support the body's immune system. The development of aquaculture has led to increased interest in the prevention and treatment of fish diseases. The main goal of improving farming methods is to ensure the well-being of fish with the help of modern technological solutions that allow achieving maximum production results.*

***Key words:** carp, probiotic, polyculture, stocking, biochemical indicators.*

***Вступ.** Наведено результати досліджень з вирощування обсягів виробництва коропа за умов інтенсифікації, головними елементами якої є*

---

<sup>10</sup>Науковий керівник: Віта Главатчук, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

корми і годівля. Сучасні умови надають значення якісним показникам сировини, яку використовують для отримання харчової продукції. Саме тому загальне поліпшення екологічних умов виробництва у поєднанні з застосуванням екологічно чистих кормів забезпечить одержання товарної продукції на рівні сучасних світових вимог стосовно її якості, дасть вітчизняному і світовому ринку продукцію без обмежень [5].

Одними з найбільш перспективних об'єктів вирощування на даному етапі розвитку рибництва є коропові риби. Як підтверджено дослідженнями, вирощування товарних дволіток коропа у ставах масою 450 – 500 г за високих щільностей посадки без інтенсивної годівлі майже неможливе, бо з підвищенням щільності посадки риби на одиницю водної площі досить швидко видається природна кормова база, нестачу якої слід поповнювати за рахунок згодовування повноцінних кормосумішей або комбікормів, причому об'єм поповнення кормів залежатиме від вмісту у ставах природної їжі і щільності посадки риби на одиницю площі [1].

Харчова активність риб в основному залежить від температури води і вмісту розчиненого в ній кисню, а кількість спожитого корму – від маси риби. За температур води 8 - 10°C поступово активується травна діяльність, нормалізуються фізіолого-біохімічні процеси; за температур 10 - 14°C короп привчається до корму, але його травлення ще ослаблене; за температур 15 - 20°C і вище всі системи організму відновлені, він спроможний споживати і перетравлювати максимальну кількість корму, що потребує регулярної годівлі риби; температури води 22 - 27°C є оптимальними для живлення, травлення і засвоєння поживних речовин, що позитивно відбивається на інтенсивності нарощування маси тіла риби. З метою підвищення рибопродуктивності ставів слід раціонально вносити органічні та мінеральні добрива з метою збільшення природного корму для риб а для збільшення виходу рибної продукції вирощувати у полікультурі з коропом рослиноїдних риб. При тому раціонально використовувати штучні корми залежно від сезону, хімічного та біологічного режиму ставів і фізіологічних потреб риб.

Один із найпоширеніших видів стресу, який серйозно впливає на продуктивність галузі аквакультури, – це стрес окислювальний. Зменшити негативний вплив цього явища можна шляхом додавання до складу кормів пробіотиків і біогенних елементів. Такі спеціальні корми можуть стати альтернативою для підвищення природного захисту риб та інших об'єктів аквакультури. Вони являють собою особливі дієтичні композиції, що включають добавки для оптимізації антиоксидантного статусу та захисту імунітету організму [4].

Основними стратегіями для запобігання захворювань при контрольованому вирощуванні риб і забезпеченні їхнього здоров'я є профілактичні заходи з імунопрофілактики. У водному середовищі існує багато інфекційних і неінфекційних загроз, які можуть призвести до прямих збитків й обмежити вирощування риби [6].

Тому захворювання риб часто є результатом одночасного впливу різноманітних факторів, які поєднуються та важко ідентифікуються. Пестициди, ароматичні вуглеводні, пентахлорфенол, важкі метали та хімічні препарати є особливо токсичними для риб. Біологічний розклад, що постійно протікає у водних середовищах, перетворює токсичні й інші сполуки в біодоступні речовини, що впливають на імунну систему риби, яка є специфічним біоіндикатором якості довкілля [2].

Вроджений імунітет відіграє важливу роль у захисті від негативних факторів, зокрема патогенів. Застосування методів імуномодуляції дозволяє зміцнити механізми опору, що сприяє підвищенню ефективності профілактики й лікування захворювань у контрольованому вирощуванні риб [3].

Мета статті полягає в визначенні впливу пробіотичного препарату з *L. Plantarum* на біохімічні та лінійні показники коропа.

**Виклад основного матеріалу.** Для задоволення попиту населення в рибі потрібне промислове її виробництво. В Україні короп найбільш розповсюджений об'єкт аквакультури завдяки швидкому росту, характеру споживання корму, розробленим технологіям відтворення і вирощування риби та гарним м'ясним якостям. Звичайний короп (*Surginus caprio* L.) прісноводний вид риби, який відіграє економічно важливу роль в аквакультурі багатьох країн. Для збільшення виробництва риби слід використовувати сучасні технології вирощування та визначальним є застосування ефективних кормів, що значно збільшують продуктивність. Дана ефективність полягає у балансуванні раціонів та використанні різноманітних добавок що позитивно впливають на споживання корму, його перетравлення та засвоєння поживних речовин.

Дослідження з перевірки ефективності використання біогенного наноселену в комплексі з пробіотиком здійснювали на однорічках коропа української селекції – нивківський лускатий і відповідно до науково-методичних рекомендацій.

Фізико-хімічні показники води в дослідних водоймах відповідали загальним вимогам і нормам для рибогосподарських підприємств, які підтримувались протягом 40 днів дослідження за допомогою систем фільтрації, аераторів і терморегуляторів. Відповідно до схеми досліду, після підготовчого періоду, було сформовано чотири групи по п'ятнадцять екземплярів в таблиці 1.

У якості основного раціону (ОР) використовували збалансований комбікорм для однорічок коропа К-111/2, який призначений як для ставів, так і для годівлі в індустріальних умовах.

Контрольну групу годували комбікормом К-111/2. Дослідну групу № 1 комбікормом К-111/2 з додаванням пробіотика (*L. Plantarum*); дослідну групу № 2 – *L. Plantarum*, збагачений біогенним наноселеном, дослідну групу № 3 – *L. Plantarum* + наноселен, одержаний фізико-хімічними методами.

Культуру *L. Plantarum* вирощували на MRS broth (Difco) при збагаченні культурального середовища  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  в концентрації 0,05 мг/мл аеробно,

трансформацією неорганічної форми селена в наноселен і з подальшою ліофілізацією культур.

**Таблиця 1**

*Характеристика схеми досліджу*

Група	Складений раціон
період: 1-15 доба дослідження	
контрольна	ОР
дослідна група № 1	ОР + L. Plantarum (1/1000)
дослідна група № 2	ОР + L. Plantarum + селеніт Na (1/1000)
дослідна група № 3	ОР + L. Plantarum + наноселен (1/1000)
період: 16-25 доба дослідження	
контрольна	ОР + дафнії
дослідна група № 1	ОР + дафнії
дослідна група № 2	ОР + дафнії
дослідна група № 3	ОР + дафнії
період: 26-40 доба дослідження	
контрольна	ОР
дослідна група № 1	ОР + L. Plantarum (1/1000)
дослідна група № 2	ОР + L. Plantarum, збагачений біогенним наноселеном(1/1000)
дослідна група № 3	ОР + L. Plantarum + наноселен (1/1000)

Годівля проводилась відповідно до складеного графіка двічі на добу.

Морфометричний аналіз досліджуваних риб проводили за загальноприйнятими методиками в іхтіології. Визначали масу риб (М), іхтіологічну довжину (L) і максимальну висоту (Н) тіла. Відбір крові проводили відповідно до методичних вказівок.

Для оцінки показників системи ПОЛ-АОЗ в сироватці крові проводили визначення вмісту гідропероксидів ліпідів, ТБК-активних продуктів (продуктів, що реагують із тіобарбітуровою кислотою та активність глутатіонпероксидази, супероксиддисмутази, каталази).

Вміст білку, тригліцеридів, креатинину, активність амінотрансфераз (АЛАТ, АСАТ) проведено з використанням загальноприйнятих методик за допомогою тест-наборів «Філісіт-Діагностика» (Україна).

На початковому етапі дослідження за масою тіла однорічки всіх дослідних груп істотно не відрізнялись, середні значення цього показника були в межах 17,4–17,6 г. За показниками висоти й довжини тіла також не було істотних відмінностей (таблиця 2).

На 15-ту добу дослідження за результатами вагового огляду зазначено, що найбільші значення приросту були в дослідних групах № 1 і 2, середні значення показника маси тіла становили 30,2 і 31,2 г відповідно. У контрольній групі середня маса була на рівні 28,3 г.

Середньоарифметичне значення маси тіла в дослідній групі №3 на 15-ту добу досліджу було 29,7 г. Схожа тенденція відзначалась і за показниками довжини й висоти тіла. Найвищі значення було зафіксовано в дослідних групах

№1 і 2. Аналогічні результати можна було спостерігати протягом всього періоду дослідження.

Середньоарифметичний показник маси тіла наприкінці досліду для однорічок коропа в дослідній групі №1 становив 45,1 г при довжині тіла 12,1 см і висоті тіла 4,2 см. У другій дослідній групі значення цих показників були ще вищими – 46,3 г; 12,3 і 4,4 см відповідно.

**Таблиця 2**

**Показники маси та промірів однорічок коропа**

Показники	Дослідні групи			
	Контрольна	дослідна № 1	дослідна № 2	дослідна № 3
На початку дослідження				
М, г	17,6	17,6	17,5	17,4
L, см	8,7	8,7	8,6	8,7
H, см	3,0	3,1	3,0	3,0
На 15 добу дослідження				
М, г	28,6	30,2	31,2	29,7
L, см	9,2	9,3	9,4	9,3
H, см				
На 26 добу дослідження				
М, г	32,8	35,2	36,3	33,9
L, см	10,1	10,3	10,6	10,3
H, см	3,8	3,9	3,9	3,7
На етапі завершення дослідження				
М, г	39,2	45,1	46,3	43,5
L, см	11,6	12,1	12,3	12,0
H, см	4,1	4,2	4,4	4,1

Приріст у контрольній групі за дослідний період склав 21,6 г; у першій – 27,5 г; у другій – 28,8 г; у третій – 26,1 г. Отже, порівнюючи з контрольною групою, в усіх варіантах досліду було зазначено більш високі значення вагових і морфометричних показників однорічок коропа.

Отже, отримуючи рибопосадковий матеріал коропа підвищеної ваги, максимальний позитивний ефект зазначено за введення до основного раціону пробіотика *L. Plantarum* у комплексі із селенітом натрія з розрахунку 1 г на 1 кг комбікорму.

**Висновок.** За результатами проведених досліджень щодо ефективності включення в комбікорм пробіотика *L. Plantarum* і різних форм селену при годівлі однорічок коропа отримано кращі результати щодо динаміки живої маси, метаболічного та антиоксидантного статусу:

Додавання однорічкам коропа другої дослідної групи пробіотичного препарату *L. Plantarium*, збагаченого біогенним наноселеном в дозі 1кг на 1 т корму, дозволяє підвищити на етапі завершення досліджень їх масу тіла на 15,3%, довжину та висоту – відповідно на 5,7% та 6,8%.

Застосування в годівлі однорічок коропа добавок пробіотика (1-га дослідна група), пробіотика в поєднанні з селенітом Na (2-га дослідна група) та

пробіотика в поєднанні з наноселеном (3-тя дослідна група) сприяє підвищенню на етапі завершення досліджень у сироватці крові загального білка відповідно на 16%, 26,9% та 20,3%, збільшенню рівня загальних ліпідів – на 21,2%, 14,4% та 19,4%, зростання активності ферменту каталази – на 7,0 %, 29,2% та 10,8%.

### Список використаної літератури

1. Главатчук В.А. Раціоналізація технології вирощування коропа з рослиноїдними рибами у полікультурі. *Таврійський науковий вісник. Серія: «Сільськогосподарські науки»*. 2024. Вип. 137. С. 489 - 503.
2. Кононенко Р.В., Шевченко П.Г., Кондратюк В.М., Кононенко І.С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навчальний посібник. К.: «Центр учбової літератури». 2016. 410 с.
3. Косяк Т.Г., Гринчук Ю.Ю., Дмитрук І.В. Виробництво і використання комбікормів у годівлі риб. Якості, безпеки, виробництва та переробки продукції. К. 2016. 94 с.
3. Крушельницька О.В., Лобойко Ю.В., Пукало П.Я., Кравець С.І. Санітарно-гігієнічні дослідження води, ґрунту та корму для риб: навчально-методичний посібник. Львів. 2020. 44 с.
4. Микитюк П.В., Джміль В.І., Букалова Н.В. та ін. Практикум з біології, патології та ветсанекспертизи прісноводної риби. Біла Церква. 2019. 160 с.
5. Сондак В.В., Грицик О.Б., Рудь О.Г. Інвазійні хвороби риб: навчальний посібник. Рівне: НУВГП. 2016. 145 с.
6. Bergmann S.M., Kempter J., Sadowski J., Fichter D. First detection, confirmation and isolation of koi herpesvirus (KHV) in cultured common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Poland. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. 2016. Vol. 26 (2). P. 97-104.

**Вікторія ЗАВАЛА<sup>11</sup>**,  
студентка 3-го курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РАВЛИКІВ *HELIX ASPERSA MAXIMA*

*Анотація.* Інтенсивна геліцекультура передбачає використання під час вирощування равликів підгодівлі сумішшю кормів різного походження та

---

<sup>11</sup>Науковий керівник: Віта Главатчук, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

кормових добавок, серед яких незамінні амінокислоти лізин і метіонін мають важливе метаболічне значення. У ході дослідів встановлено вплив лізино-метіонінової добавки у годівлю равлика виноградного, на основі якого був отриманий позитивний результат, при якому равлик засвоює корм краще та досягає більшої ваги товарної маси. При порівнянні дослідної та контрольної групи, та за період вирощування, продуктивність дослідної групи становила 7043 кг у порівнянні з першою – 6115 кг, це на 15,2% більше. Було відмічено збільшення середньої маси товарного равлика у дослідній групі, що становить 29 г, у контрольній 26. Крім того була відмічена виживаність равликів дослідної групи та кращі поїдання та засвоєння корму в організмі тварини.

**Ключові слова:** равлик виноградний, геліцекультура, особливості вирощування, лізино-метіонінова добавка, продуктивність.

**Annotation.** Intensive heliciculture involves feeding snails with a mixture of feeds of various origins and feed additives, among which the essential amino acids lysine and methionine are of important metabolic importance. In the course of the experiment, the effect of lysine-methionine additive in the feeding of the grape snail was established, based on which positive results were obtained, in which the snail assimilates food better and achieves a greater weight of the marketable mass. When comparing the experimental and control groups, during the growing period, the productivity of the experimental group was 7043 kg compared to the first - 6115 kg, which is 15.2% more. An increase in the average weight of the commercial snail in the experimental group was noted, which is 29 g, in the control group 26. In addition, the survival rate of the snails of the experimental group and better eating and assimilation of feed in the animal's body were noted.

**Key words:** snail vineyard, heliceculture, cultivation features, lysine-methionine supplement, productivity.

**Вступ.** Червоногі молюски належать до типу Молюски (Mollusca) – група безхребетних тварин з м'яким несегментованим тілом, іноді покритим екзоскелетом або черепашкою. Мушля окремих червоногих – це тверда структура, що складається з карбонату кальцію, яка захищає їх м'яке тіло та внутрішні органи. Серед цих органів є їх легені, оскільки сухопутні равлики дихають атмосферним повітрям, яке потім переходить у легені, щоб отримати кисень; це одна з основних відмінностей від водних равликів, що лише деякі види водяних равликів дихають повітрям [4,8].

Тривалість життя равликів у дикій природі становить приблизно від 3 до 7 років, але в неволі вони можуть прожити до 10–15 років і навіть більше.

Черепашка равлика утворена з карбонату кальцію і продовжує збільшуватись до тих пір, поки равлик росте. Вони продовжують додавати до краю більше карбонату кальцію, поки равлик не досягне розміру дорослої особини [1,7].



Розведення равликів є перспективним у сільському господарстві, оскільки за короткий термін можна досягти товарної продукції, яка на ринку продажу має високу цінність [2,5].

Основою вирощування равликів є сприятливі умови, догляд та нормована годівля, від яких і залежить якість та об'єм товарної продукції.

Незамінні амінокислоти, які мають бути у раціоні равликів, відіграють велику роль у процесі вирощування [6].

М'ясо равликів має високу харчову цінність та не поступається традиційним видам м'яса своїм за високим вмістом білка та корисним для людини поживним речовинам (вітамінами, макро- та мікроелементами). Крім того, равликів використовують у лікувальних цілях та косметології. Ікра равликів є теж цінним та корисним продуктом для організму людини [3,9].

Мета статті полягає в вивченні продуктивності та поживної цінності равлика виноградного (*Helix Aspersa Maxima*) при згодовуванні лізино-метіонінової добавки.

**Виклад основного матеріалу.** В країнах Європи та світу розведення равликів є одною із галузей сільського господарства, яке користується попитом та популярністю. В Україні ця галузь тільки набирає оберти, є лише декілька десятків офіційних зареєстрованих підприємств по вирощуванню равлика виноградного, товарну продукцію яких експортують за кордон на переробку [1,10]. Дослідження проводилось на базі господарства «Равликова долина» у м. Жмеринка Вінницької області у 2023 році.

Дослід проводили методом груп, було сформовано дві групи равликів виноградних: контрольна та дослідна. Для цього в двох однакових нагульних садках (площею по 0,3 га) в один і той же час поставлено на вирощування молодь равлика виноградного із розрахунку 200-250 шт/м<sup>2</sup>. Вегетаційний період тривав 122 дні із червня по вересень 2023 року. Годівлю здійснювали повнораціонним комбікормом у червні 30,9 кг/добу і кожним місяцем внесення кормів збільшувалось.

Равликам дослідної групи № 1 до основного раціону у червні вводили 70 г/добу лізино-метіонінової добавки «лізин кормовий» та «метіонін кормовий» (98%), у липні – 190 г/добу, у серпні – 289 г/добу, у вересні – 282 г/добу. Равликам дослідної групи № 2 до основного раціону у червні вводили 56 г/добу лізино-метіонінової добавки «лізин кормовий» та «метіонін кормовий» (98%), у липні – 152 г/добу, у серпні – 231 г/добу, у вересні – 226 г/добу. Перед посадкою молоді равлика виноградного у виросні загони їх утримують у спеціальних теплицях на дорощуванні, оскільки в такому віці вони є вразливими до різних чинників. Такий метод підрощування молоді равлика використовували у 2022 році, але у 2023 році керівник підприємства вирішив провести дорощування у контейнерах і переводити равликів на нагул одразу у садки. Час з моменту вилуплення молоді з ікри до кінця підрощення у контейнерах тривав 45 діб і дав змогу равликам збільшити вагу, а їх мушлям – стати міцнішими та витривалішими.

Наступним етапом було переведення підрощеної молоді равлика у виросні заgonи для подальшого набору маси.

Переведення равликів у контрольний та дослідний садки відбувалось з урахуванням щільності посадки у 200 штук/м<sup>2</sup> – це є нормою для збільшення виживання молоді та прискорення процесу росту, оскільки під час розвитку равлик збільшується у розмірі і для комфортного проживання йому потрібно більше простору.

Інтенсивна технологія вирощування виноградного равлика у господарстві «Равликова долина» передбачає застосування такої технологічної ланки, як годівля. Вона здійснюється за допомогою використання природної кормової бази (різнотрав'я лучного та посівного перко) та штучних кормів.

Останні представлені кормовою сумішшю дерті злакових культур, олії соняшnikової, крейди та солі. Склад кормової суміш поданий у таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Склад кормової суміші равлика виноградного *Helix Aspersa Maxima***

Складові	контрольна група		дослідна група № 1		дослідна група № 2	
	г/гол. (або кг/загон)	%	г/гол. (або кг/загон)	%	г/гол. (або кг/загон)	%
Дерть кукурудзи	4 104	40	4 104	40	4 104	40
Соевий шрот	3 087	30	3 087	30	3 087	30
Висівки пшеничні	410,4	4	410,4	4	410,4	4
Макуха соняшnikова	615,6	6	410,4	4	410,4	4
Олія соняшnikова	102,6	1	102,6	1	102,6	1
Крейда кормова	1846,8	18	2 052	20	2 052	20
Сіль кухонна	51,3	0,5	51,3	0,5	51,3	0,5
Премікс	51,3	0,5	25,65	0,25	30,87	0,3
Лізиново-метіонінова добавка	-	-	25,65	0,25	20,52	0,2

Отже, з таблиці видно, що дослідну групу равликів годували кормом із додаванням лізино-метіонінової добавки із вмістом амінокислот у ній 1:1.

При проведенні дослідження динаміку росту равлика виноградного вивчали з першого дня посадки тварин у виросних садках до збору товарного равлика.

Зважування проводилось подекадно, за період від першого червня по вересень 2023 року включно. Зважування равлика проводили з урахуванням відсотка вибірки в репрезентативних дослідженнях (не менше 1% від поголів'я).

Точки відбору екземплярів відбирали за методом квадрату. Тварин зважували на портативних електронних вагах марки WX1200 з точністю до одної сотої грама. Результати дослідження динамік росту подані у таблиці 2.

Таблиця 2

*Приріст маси тіла равлика виноградного за вегетаційний період*

Місяць	Приріст маси тіла, г								
	Контрольна група			Дослідна група № 1			Дослідна група № 2		
	I декада	II декада	III декада	I декада	II декада	III декада	I декада	II декада	III декада
Червень	0,15	2,03	4,16	0,15	2,04	4,22	0,15	2,03	4,19
Липень	7,45	10,12	14,23	7,46	10,12	14,47	7,45	10,12	14,31
Серпень	17,33	19,55	22,05	17,84	20,12	23,09	17,52	19,84	22,74
Вересень	23,67	25,02	26,36	24,33	26,06	29,59	23,94	25,81	28,75

За результатом проведення зважувань контрольної та дослідної групи у встановлено, що при введенні у раціон такої амінокислотної добавки на добу середньо-декадні прирости у тварин дослідної групи № 1 (0,25%) збільшувались на 12,2%, а дослідної групи № 2 (0,2%) – на 9%, відносно контрольної. У ході процесу годівлі вже на II декаді серпня була помітна більша маса равлика у дослідних групах у порівнянні із контрольною. Це сприяло тому, що тварини дослідних груп раніше досягти товарної маси для подальшої реалізації.

**Висновок.** Таким чином, можна зробити висновок з огляду літератури, що геліцекультура швидко розвивається в Україні та світі. Попит на продукцію з равликів щороку зростає і для підвищення ефективності вирощування повинні використовуватись передові наукові дослідження.

У ході дослідів встановлено вплив лізино-метіонінової добавки у годівлі равлика виноградного, на основі якого був отриманий позитивний результат, при якому равлики засвоюють корм краще та досягають більшої ваги товарної маси. При порівнянні дослідної та контрольної групи, та за період вирощування продуктивність дослідної групи становила 7043 кг у порівнянні з першою – 6115 кг, це на 15,2% більше. Було відмічено збільшення середньої маси товарного равлика у дослідній групі, що становить 29 г, у контрольній 26. Крім того була відмічена виживаність равликів дослідної групи та кращі поїдання та засвоєння корму в організмі тварини.

### Список використаної літератури

1. Главатчук В.А. Дослідження продуктивності равликів HELUX ASPERSA MAXIMA при згодовуванні лізино-метіонінової добавки. *Науковий вісник Львівського національного аграрного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2024. Т. 26. № 100. С. 255 - 262. DOI: 10.32718/nvlvet-a10039

<https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=3957654>

2. Данілова І.С. Геліцекультура як новий перспективний напрямок сільського господарства в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2022. Т. 24. № 97. С. 44-47. DOI:

[10.32718/nvlvet-a9707](https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9707)

3. Зубар І., Онищук Ю. Геліцекультура як перспективний напрям сільськогосподарського виробництва. *Інноваційна економіка*. 2020. № 7-8. С. 33-41. DOI: [10.37332/2309-1533.2020.7-8.5](https://doi.org/10.37332/2309-1533.2020.7-8.5)

4. Кірович Н.О., Кириленко А.А. Особливості вирощування виноградних равликів у господарствах Одещини. *I Міжнародна науковопрактична конференція НПП та молодих науковців «Актуальні аспекти розвитку науки і освіти»*, 13-14 квітня 2021 р., Одеса. С. 135-137.

5. Мартуленко С.В., Дворняк Ю.С. Географія промислового вирощування равликів (геліцекультури) в Україні. *Освітні наукові виміри географії та туризму: матеріали Всеукраїнської наукової-практичної інтернет-конференції для студентів, аспірантів, молодих вчених (м. Полтава, 18 листопада 2020 р.)*, Полтава. С. 66-71.

6. Петропавловська С.Є. Оцінка інфраструктури ринку геліцекультури та можливостей реалізації експортного потенціалу. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2019. Вип. 3 (20). С. 115-120.

7. Равликова ферма: успішний агробізнес з високою рентабельністю [agroveview]. URL: <https://agroveview.com/content/ravlykova-ferma-uspishnyj-ahrobiznes-z-vysokoyu-rentabelnistyu/>

8. Шевчук В.Ф., Бурлака В.А., Кривий М.М., Мамченко В.Ю. Безпека та санітарна якість м'яса равликів при їх утриманні в умовах промислової ферми. *Вісник ЖНАЕУ*. 2011. № 2. Т. 1. С. 158-163.

9. Шидловська О.Б., Іщенко Т.І., Медвідь І.М., Савега О.Є. Економічна доцільність створення равликової ферми як додаткового джерела доходу готельного підприємства. *Агросвіт*. 2020. Т. 23. С. 47-53. DOI: [10.32702/2306-6792.2020.23.47](https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.23.47)

10. [Cabaret J.](#), [Morand S.](#), [Aubert C.](#), [Yvore P.](#) Snail farming: a survey of breeding management, hygiene and parasitism of the garden snail, *helix aspersa* müller. *Journal of Molluscan Studies*. 1988. Vol. 54. Iss. 2. P. 209-214. <https://doi.org/10.1093/mollus/54.2.209>

Павло ЗАЙКА<sup>12</sup>,  
студент 2-го курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ТЕЛЯТ У М'ЯСНОМУ СКОТАРСТВІ

***Анотація.** М'ясне скотарство має кілька особливостей, які кардинально відрізняють його від молочного скотарства. Однією з них є те, що вона виробляє лише один продукт - телят. Спостерігаючи за поведінкою худоби, можна виявити її інстинкти і вчасно внести корективи в технології утримання тварин та інші показники, що впливають на ефективність молочної галузі. Велика рогата худоба, яка розводиться для виробництва яловичини і має високі середньодобові прирости, споживає 3-3,5 к.од. на кг приросту маси тіла до 3-місячного віку і 5-5,5 к.од. на кг приросту маси тіла від 3 до 6 місяців. Ріст і розвиток телят з 6-8-місячного віку залежить від низки факторів, серед яких місяць народження, жива маса новонародженого, молочна продуктивність матері, стан корівника і технології годівлі. У цей період організм адаптується до умов навколишнього середовища, вдосконалюється травна та ферментна системи, змінюється характер набору живої маси.*

***Ключові слова:** телята-сисуні, ріст, розвиток, годівля, жива маса, середньодобові прирости.*

***Annotation.** Meat cattle breeding has several features that fundamentally distinguish it from dairy cattle breeding. One of them is that it produces only one product - calves. Observing the behavior of livestock, it is possible to detect their instincts and make timely corrections in the technology of keeping animals and other indicators that affect the efficiency of the dairy industry. Cattle, which are bred for beef production and have high average daily gains, consume 3-3.5 k.od. per kg of body weight gain up to 3 months of age and 5-5.5 k.od. per kg of body weight gain from 3 to 6 months. The growth and development of calves from the age of 6-8 months depends on a number of factors, including the month of birth, the live weight of the newborn, the milk productivity of the mother, the condition of the cowshed and feeding technology. During this period, the body adapts to the environmental conditions, the digestive and enzyme systems improve, and the nature of the set of live mass changes.*

---

<sup>12</sup>Науковий керівник: Голубенко Т.Л., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

**Key words:** *suckling calves, growth, development, feeding, live weight, average daily gains.*

**Вступ.** Спеціалізація галузі на м'ясному скотарстві та виробництві м'ясної худоби чітко характеризується одним з основних технологічних показників: від м'ясної худоби отримують лише один основний продукт - телят. Технологія м'ясного скотарства базується на організації розведення та вирощування телят до 6-8-місячного віку в системі «корова - теля» з подальшим інтенсивним вирощуванням та відгодівлею молодняку. Перший етап роботи (від народження теляти до кінця лактаційного періоду) вимагає значної уваги до розвитку молодняку і є найбільш складною та дорогою частиною виробничого процесу [1, 3].

**Виклад основного матеріалу:** Технології вирощування телят повинні розроблятися з урахуванням того, що рубцеве травлення формується до п'ятимісячного віку, а м'язовий білок активно синтезується в організмі протягом перших шести місяців життя. Велика рогата худоба, яка розводиться для виробництва яловичини і має високі середньодобові прирости, споживає 3-3,5 к.од. на кг приросту маси тіла до 3-місячного віку і 5-5,5 к.од. на кг приросту маси тіла від 3 до 6 місяців. Розвиток корови після ембріональної стадії смоктання можна розділити на два підперіоди: неонатальний і лактаційний. Оскільки неонатальний і лактаційний періоди базуються на комплексі фізіологічних функцій і потреб організму тварини, неможливо програмувати годівлю та утримання корів без урахування розвитку тварини в цей період. Неонатальний підперіод - це період адаптації до умов нового середовища від народження до моменту, коли теля стає відносно незалежним від матері, і триває він два-три тижні [2, 6].

Ринок м'яса являє собою важливу складову продовольчого ринку країни, від стабільності функціонування якого значною мірою залежать рівень життя населення та забезпечення продовольчої безпеки країни. М'ясо та м'ясні продукти належать до найважливіших продуктів харчування [1].

В Україні серед м'ясних порід великої рогатої худоби найбільшу питому вагу мають породи: абердин-ангуська – 23,1%, поліська та волинська м'ясні – 21,9%, південна м'ясна – 10%, українська м'ясна – 6,4%, симентальська м'ясна – 5,6%, інші м'ясні породи – від 0,5 до 3,5 % [3, 6].

Новонародженим телятам потрібно 15-20 днів, щоб адаптуватися до умов життя поза організмом матері. У цей час важливо захистити теля від хвороб і сприяти розвитку захисних сил, які рідко є у новонароджених тварин.

Важливо забезпечити їх розвиток Дійсно, неонатальний період є найбільш критичним періодом у житті теляти. Це пов'язано з тим, що телята народжуються без імунного статусу і набувають імунітет виключно з доброякісного молозива, яке багате на імуноглобуліни та вітамін А. Висока життєздатність новонародженого теляти гарантується біологічною цілісністю молозива. Молозиво містить 5,3% жиру, 14,08% білка (в тому числі 5,33%

казеїну) і 8,75% альбумінів та імуноглобулінів. Кислотність молозива в перший день після отелення близька до 64° Т, що вище, ніж у молочних корів. Тому воно має високу бактерицидну здатність і пригнічує розвиток небажаної мікрофлори в шлунково-кишковому тракті теляти [5, 7].

У перший день після народження імуноглобуліни потрапляють в систему кровообігу через стінку кишечника в незміненому стані. Це наповнює організм новонародженого імунними речовинами, підвищує стійкість до хвороб і нормалізує обмін речовин. У цьому відношенні важлива якість молозива, основного продукту харчування теляти. Швидкість росту теляти під матер'ю залежить від надоїв корови та кількості додаткових концентратів і грубих кормів, що згодуються теляті. При плануванні годівлі в підсисний період слід враховувати закономірність онтогенезу, згідно з якою високі темпи росту в перші кілька місяців життя дають недорогу яловичину високої якості. Поступово темпи росту знижуються. Споживання корму на ріст з віком збільшується, що пов'язано зі збільшенням накопичення жиру на одиницю приросту [4].

Втручання людини у вирощування телят повинно бути зведене до мінімуму і здійснюватися тільки в тому випадку, якщо корови не в змозі впоратися з проблемами, що виникають. Втручання персоналу у вирощування телят-сисунів може призвести до послаблення природних інстинктів корови. Як наслідок, догляд за телям, вигодовування його молоком і захист від зовнішніх факторів може стати обов'язком тваринника. Найважливішим етапом у процесі «корова-теля» є отелення. Велика рогата худоба багатьох м'ясних порід може отелитися самостійно в будь-якому місці на фермі або на пасовищі [5].

Основним кормом для теляти-сисуна є материнське молоко і трава, яку теля виробляє самостійно протягом перших кількох днів життя, без будь-якої допомоги від корови.

Завдяки природному ссанню молоко потрапляє до травного тракту теляти без забруднення і поступово при температурі тіла корови. Окрім молока, телята їдять траву з пасовища і вибирають ті рослини, які потрібні їхньому організму. Таке годування усуває потребу в телятниках і мінімізує трудовитрати тваринників. Додаткове згодовування концентратів та інших кормів телятам-сисунам зменшує споживання трави, а не збільшує швидкість росту. Це призводить до збільшення витрат на ріст телят-сисунів і збільшення витрат на відлучених телят. У посушливі роки, коли пасовища випаляються, худобу змушені підгодовувати. Основним технічним способом прискорення росту за таких обставин є раннє привчання до споживання об'ємних, концентрованих кормів. Це прискорює ріст худоби. Роль передшлунків у травленні жуйних постійно зростає з переходом від молочного до рослинного раціону. Здорові телята, які нормально розвивалися, демонструють ознаки жування у віці 7-10 днів. Тому їх слід привчати до концентратів з раннього віку (з 10-денного віку), а до багатого на клітковину сіна, сухої трави та сінажу - з 43-денного віку. Корми є одним із додаткових джерел енергії, які доповнюють материнське

молоко. Чим раніше телята починають споживати концентрати, що стимулюють травлення в рубці, тим краще розвивається і функціонує передшлунок (рис. 1) і тим більша ймовірність того, що вони виростуть продуктивними тваринами [6, 8].



*Рис. 1. Сітка рубця та папіломи рубця у телят залежно від типу годівлі.*

Годівля телят-сисунів забезпечує максимальне засвоєння поживних речовин під час біологічно активної фази росту та сприяє розвитку основних тканин (м'язів) і частин тіла (стегон, задньої третини тулуба). Рання акліматизація телят-сисунів до споживання концентратів, грубих кормів (сіна), кормів і мінеральних добавок означає, що материнське молоко більше не є основним джерелом високих середньодобових приростів ваги. Материнське молоко важливе для розвитку телят лише протягом перших кількох місяців життя. У корів, як правило, рослинний раціон повинен відігравати належну роль у харчуванні телят, оскільки на п'ятий і шостий місяць після отелення виробництво молока значно знижується, а потреба теляти в поживних речовинах зростає (Рис. 2). Раннє введення телят до раціону на рослинній основі може зменшити негативні наслідки відлучення і забезпечити збільшення середньодобових приростів. Це майже компенсує додаткові витрати на вирощування великої рогатої худоби та годівлю телят у період підсосу. Телята, які рано звикли до овочевого раціону, будуть краще використовувати його у віці 5-6 місяців, що дозволить відлучити їх від корови з більш коротким періодом підсосу. При надоях 1 300-1 400 кг телятам потрібно споживати 1 100-1 200 кормових одиниць протягом підсисного періоду, щоб досягти живої маси 250-270 кг до відлучення, що включає 660-720 кормових одиниць від годівлі.



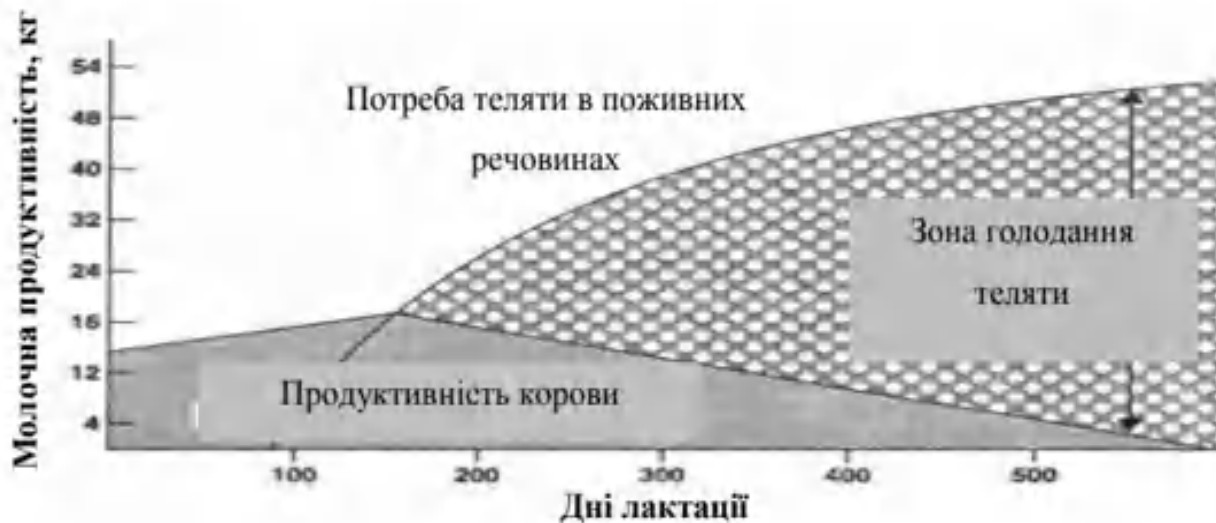


Рис. 2. Зміни в надоях корів та потребах телят у поживних речовинах

Лактуючі корови можуть запуснитися самостійно, якщо корм недостатній. Якщо якість трави низька, телят слід відлучати від худих корів до шестимісячного віку. Якщо телят відлучають у цьому віці, годівлю слід планувати так, щоб їхня жива маса не відставала від живої маси інших корів. Годування повинно враховувати стать теляти та його майбутнє призначення. Створіть окремі криті та відкриті загоны, щоб телята та корови були окремо впродовж зимових місяців. Регулярне годування допомагає телятам звикнути до поїдання корму, при цьому вони проводять більше часу в годівниці (42,7%) і майже вдвічі більше часу жують жуйку [6, 8].

**Висновки.** Ріст і розвиток телят до 6-8-місячного віку залежить від низки факторів, серед яких календар народження, жива маса новонародженого, молочна продуктивність матері, умови вирощування та технології годівлі. У цей період організм адаптується до умов навколишнього середовища, вдосконалюється травна та ферментна системи, змінюється характер приросту живої маси. Годування телят набагато ефективніше, ніж годування матерів.

### Список використаної літератури

1. Ведмеденко О.В., Коваленко В.В. Сучасний стан галузі скотарства в Україні. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку у сільському господарстві: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки, 10 листопада 2020 р. Херсон. 2020. С. 92-96.
2. Винникова Л. Г. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Інкос. 2006. 600 с.
3. Вороненко В.І., Омельченко Л.О., Фурса Н.М., Макаруч Р.М. та ін. Таврійський тип південної м'ясної породи – інноваційне селекційне досягнення в зоотехнічній науці. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Нова Каховка. 2009. С. 38-45.

4. Іваненко Ф. В. Системи технологій у тваринництві: навчальний посібник: КНЕУ. 2004. 365 с.

5. Іваненко Ф. В. Технологія виробництва і переробки продукції рослинництва: навчальний посібник: КНЕУ. 2008. С. 505-561.

6. Папакіна Н.С., Топчій Т.С. Особливості екстер'єру та продуктивних ознак первісток української чорно-рябої молочної породи. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Вид. дім "Гельветика". 2020. Вип.116: Сільськогосподарські науки. Ч. 2. С. 130-135.

7. Костенко В.І., Сірацький Й.З., Рубан Ю.Д. Технологія виробництва молока і яловичини. К: Аграрна освіта. 2010. 530 с.

8. Угнівенко А.М., Петренко С.М., Носевич Д.К., Токар Ю.І. Наукові основи розвитку м'ясного скотарства в Україні: монографія. Київ. 2016. С. 5-10.

**Антон КАЛІНЧУК<sup>13</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
**Богдан ОЛІЙНИК<sup>13</sup>**,  
магістр 1-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ЕНЗИМНИХ ПРЕПАРАТІВ**

*Анотація.* В статті проведено аналіз кормових добавок нового покоління, що застосовуються в годівлі молодняку свиней на сучасному етапі розвитку комбікормової промисловості. Встановлено, що найбільше розповсюдження мають комбіновані кормові добавки, до складу яких входять декілька біологічно активних речовин. В альтернативу антибіотикам, використання яких в останній час заборонено і їх випуск значно зменшено, в системі годівлі свиней нині використовується чотири групи препаратів: кормові ферменти, пробіотики, пребіотики та кормові підкислювачі. Найбільша кількість сучасних кормових добавок застосовується у годівлі свиней. Показано, що введення в раціон молодняку свиней при вирощуванні на м'ясо ензимних препаратів в дозах 0,2; 0,3 та 0,5 кг/т комбікорму сприяє збільшенню середньодобових приростів тварин відповідно на 7,6; 10,1 та 9,0 %.

---

<sup>13</sup>Науковий керівник: Віта Главатчук, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

при зменшенні витрат енергетичних кормових одиниць на 1 кг приросту на 7,4; 5,6 та 2,9 %.

**Ключові слова:** молодняк свиней, ензими, згодовування, продуктивність.

**Annotation.** The analysis of feed additives of a new generation, which are used in feeding young pigs at the current stage of development of the compound feed industry, was carried out. It has been established that the most widespread are combined feed additives, which include several biologically active substances. As an alternative to antibiotics, the use of which has recently been banned and their production has been significantly reduced, four groups of drugs are currently used in the pig feeding system: feed enzymes, probiotics, prebiotics and feed acidifiers. The largest amount of modern feed additives is used in pig feeding.

It is shown that the introduction of enzyme preparations into the diet of young pigs when growing for meat in doses of 0.2; 0.3 and 0.5 kg/t of compound feed contributes to the increase of average daily gains of animals by 7.6, respectively; 10.1 and 9.0%, with a decrease in the consumption of energy feed units per 1 kg of growth by 7.4; 5.6 and 2.9%.

**Key words:** young pigs, enzymes, feeding, productivity.

**Вступ.** Покращення споживання та підвищення ефективності використання кормів, одержання максимальної тваринницької продуктивності забезпечується високим рівнем збалансованої годівлі з використанням різних кормових добавок. Аналіз періодичної спеціальної літератури показав, що на даному етапі розвитку комбікормової промисловості в годівлі тварин застосовується чимало кормових добавок.

Немало великих фірм США, Англії, Франції та інших країн почали постачати на ринок України кормові добавки нового покоління різного напрямку: смакові й ароматичні речовини, ферментні препарати, пробіотики та інші [12].

Тому застосування в годівлі молодняку свиней кормових добавок різної природи передбачає підвищення ефективності використання поживних речовин кормів, а також в певній мірі дозволяє ліквідувати дефіцит окремих елементів живлення. Це дуже важливо за умови виробництва свинини переважно на кормах власного виробництва, коли можливості придбання комбікормів і преміксів заводського виробництва часто обмежені [4, 6].

В останні роки, у зв'язку з заборонаю використання антибіотиків, як ростостимулюючого фактора, стрімкого розвитку у свинарстві набуває використання широкого спектру ферментних препаратів. Основна мета їх застосування-підвищення перетравності й кращого використання поживних речовин корму [7].

Відомо, що організм моногастричних тварин не в змозі синтезувати не крохмальні полісахариди: целюлозу,  $\beta$ -глюкани, пентозани, а також ін. Тому

додавання ферментів у корми для свиней підвищує їх продуктивність, що пов'язане із засвоєнням поживних речовин корму [11].

Для збільшення виробництва свинини в сучасних господарсько-економічних умовах важливе значення має спрямування зусиль науковців на підвищення ефективності використання поживних речовин раціонів, складених із кормів власного виробництва. Адже більшість свинини виробляється саме на таких кормах, а придбання комбікормів заводського виробництва часто обмежене. Вийти з положення можна завдяки застосуванню в годівлі кормових добавок різної природи.

В останні роки перспективними є біологічно активні речовини, що виробляє біотехнологічна промисловість. До них відносяться і ензимні препарати. Вони займають важливе місце в годівлі тварин, особливо молодняку, у якого ферментативні системи травлення ще недостатньо розвинуті. Завдання полягає в оптимізації умов ефективного використання в годівлі тварин нових ферментних препаратів, враховуючи їх вплив як на продуктивність, так і на організм в цілому та якість одержуваної продукції [5].

Мета статті полягає дослідити продуктивну дію ензимного препарату при згодовуванні його в різних дозах молодняку свиней, що вирощується на м'ясо.

**Виклад основного матеріалу.** Кормові добавки – це кормові засоби, які застосовуються для поліпшення поживної цінності основного корму. Перелік кормових добавок нараховує нині сотні різноманітних кормових засобів, який постійно поповнюється.

Усі кормові добавки слід віднести до біологічно активних речовин, що поділяються на:

1. Нормуючі елементи живлення (балансуючі добавки) – вітаміни, мінеральні елементи, амінокислоти.

2. Регулюючі споживання і перетравність корму, продуктивність і якість продукції – ферментні препарати, антиоксиданти, пігменти, стимулятори росту (гормони, бета-агоністи), консерванти і стабілізатори, емульгатори, пробіотики, ароматичні речовини, покращувачі смак корму, в'язучі речовини, регулюючі кислотність корму, буферні речовини, поверхнево-активні речовини.

3. Регулюючі здоров'я тварин: антигельмінтики, транквілізатори, протимікробні засоби (крім мікотоксинів і пробіотиків), антитоксиканти (проти мікотоксинів, радіонуклідів та ін.) тощо [8,9,12].

За призначенням кормові добавки поділяються на протеїнові, енергетичні, мінеральні, вітамінні, антибіотики, ферментні препарати, пробіотики, пребіотики, підкислювачі, інгібітори плісені, адсорбенти токсинів [5] та комбіновані добавки.

На сучасному етапі розвитку науки про годівлю сільськогосподарських тварин виділяють декілька різновидів кормових добавок різного призначення [10].

Тому однією з нових кормових добавок можна вважати ензимну композицію, яка розроблена працівниками науково-біотехнологічного

підприємства ПП «БТУ-Центр», (м. Ладижин, Вінницької області) та Вінницького національного аграрного університету. В годівлі свиней ще не використовувалась.

Дослідження проведені на чотирьох групах-аналогах молодняку свиней великої білої породи ФГ «Прогрес М» Медвідка Вінницького району, Вінницької області за такою схемою (таблиця 1).

**Таблиця 1**

**Схема дослідю**

Групи	Кількість тварин, гол	Тривалість періоду, діб		Особливість годівлі в основний період дослідю
		зрівняльний	основний	
1-контрольна	10	15	138	ОР* повнораціонний комбікорм
2-дослідна	10	15	138	ОР+ензимний препарат 0,25 кг/т комбікорму
3-дослідна	10	15	138	ОР+ ензимний препарат 0,35 кг/т комбікорму
4-дослідна	10	15	138	ОР+ ензимний препарат 0,55 кг/т комбікорму

Примітка: \*ОР – основний раціон

Основним методичним прийомом постановки зоотехнічного експерименту на тваринах був принцип аналогічних груп [2,3].

В кожній групі було по 10 голів молодняку із середньою живою масою на початок основного періоду дослідю 14 - 14,4 кг.

Перша група була контрольною. Поросята усіх груп отримували однакові раціони. Тривалість основного періоду складала 138 добу.

Тваринам дослідних груп в основний період дослідю згодовувався ензимний препарат в дозах 0,25; 0,35 та 0,55 кг /т комбікорму в сухому вигляді один раз на добу ( вранці), при вільному доступі до води.

Тварини утримувались групами в типових свинарських будівлях в однакових умовах. Зважування тварин проходило щомісячно.

При використанні в годівлі молодняку свиней різних доз препарату було одержано позитивний продуктивний ефект. Так, при введенні в раціон препарату в розрахунку 0,25; 0,35 та 0,55 кг на 1 т комбікорму середньодобові прирости тварин збільшуються відповідно на 48 ( $P < 0,01$ ), 64 ( $P < 0,001$ ) та 57 ( $P < 0,001$ ) грамів, або на 7,6; 10,1 та 9 % (таблиця 2).

Посилаючись на одержані дані по середньодобових приростах, досліджуваний ензимний препарат можна успішно використовувати в годівлі молодняку свиней при вирощуванні на м'ясо.

Таблиця 2

Показники продуктивності молодняку свиней в основний період,

 $M \pm m, n = 10$ 

Показник	Групи			
	1 - контрольна	2 - дослідна	3 - дослідна	4 - дослідна
Доза препарату, кг/т	-	0,2	0,3	0,5
Тривалість періоду, діб	138	138	138	138
Кількість тварин у групі, гол.	10	10	10	10
Маса однієї тварини на початок періоду, кг	14,2±0,28	14,3±0,18	14,4±0,12	14,0±0,16
Маса однієї тварини на кінець періоду, кг	103,3±0,76	110,2±0,82***	12,6±0,71***	111,2±0,70***
Приріст живої маси:				
абсолютний, кг	89,1±0,85	95,9±0,72***	98,2±0,67***	97,2±0,66***
середньодобовий, г	632 ± 6	680 ± 5***	697 ± 4***	689 ± 5***
± до контролю, г	-	+ 48	+ 64	+ 57
± до контролю, %	-	+ 7,59	+ 10,1	+ 9,0
Витрати корму на 1 кг приросту, ЕКО	2,71	2,51	2,56	2,54
± до контролю, ЕКО	-	- 0,2	- 0,15	- 0,17
± до контролю, %	-	- 7,4	- 5,6	- 2,9

**Висновок.** Згодовування молодняку свиней ензимного препарат в розрахунку 0,25; 0,35 та 0,55 кг на тонну комбікорму сприяє збільшенню середньодобових приростів на 7,6; 10,1 та 9,0 % при їх рівнях в межах 632 – 697 г. При споживанні різних доз препарату зменшення витрат кормів на 1 кг приросту становить 7,4; 5,6 та 2,9 % енергетичних кормових одиниць.

### Список використаної літератури

1. Агапова Є.М., Сусол Р.Л., Ткаченко І.Є. Теоретичні основи і практика удосконалення порід свиней в Україні. *Методологія наукових досліджень з питань селекції, генетики та біотехнології у тваринництві*. 2021. С. 19-25.
2. Амаренко С.С., Луговий С.І., Лихач А.В. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин. Миколаїв. 2019. 211 с.
3. Богданов Г. Рекомендації з нормованої годівлі свиней. *Аграрна наука*. 2012. С. 22-42.
4. Бургу Ю. Поєднаність ліній і родин свиней полтавської та української м'ясних порід. *Тваринництво України*. 2021. № 3. С. 15.
5. Волощук В. М., Іванов В. О. Біологія свиней: навчальний посібник. 2009. 304
6. Главатчук В.А. Екзогенні ферменти-фактор підвищення

продуктивності молодняку свиней. Вінниця. 2013. С. 9-11.

7. Гуцол А.В., Кирилів Я.І., Мазуренко М.О. Нові ферментні препарати в годівлі сільськогосподарських тварин: монографія. Вінниця. 2014. 316 с.

8. Герасимов В.І., Барановський Д.І., Хохлов А.М. Технологія виробництва продукції свинарства. Харків. 2018. 48 с.

9. Петровська Н.І. Іноваційні аспекти годівлі свиней. *Вісник Подільського ДАТУ*. 2017. № 3. С. 28-35.

10. Рибалко В.П., Березовський М.Д., Богданов Г.А., Коваленко В.Ф. Сучасні методики досліджень у свинарстві. Полтава. 2021. 228 с.

11. Сусол Р.Л., Бондаренко М.О. Біологія продуктивності сільськогосподарських тварин: навчальний посібник. Одеса. 2019. 280 с.

12. Титаренко О. Розумні інновації вже працюють на європейських свинофермах. *Тваринництво та ветеринарія*. 2021. №12. С. 42-44.

**Анна КОВЧУК<sup>14</sup>**,  
студентка 2-го курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки в тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ТРИВАЛОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПЕРІОДІВ У КОРІВ НА РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ І ЇХ МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ**

***Анотація.** Репродуктивна функція великої рогатої худоби складається з цілого ряду взаємо залежних параметрів, таких як вік економічної зрілості, регулярність еструсу, кількість отелень і частота зачаття від першого осіменіння. Кожен з цих параметрів формується генетичними особливостями та впливом конкретних умов навколишнього середовища. Коли сухостійний період подовжили до 90 днів (стадо3), це негативно вплинуло на надії порівняно з коровами стада 2, яке мало коротший сухостійний період. Фактичний надій корів у групі 1 становив 5118 кг, що на 688 кг менше, ніж у групі 2, і на 567 кг більше, ніж у групі 3. Надій на корову в групі 3 був на 124 кг меншим. Терміни першого статевого циклу після отелення не були однаковими відповідно до тривалості фізіологічного періоду.*

***Ключові слова:** репродуктивність, сервіс-період, отелення, лактація, середньодобовий надій, сухостійний період, індекс осіменіння.*

---

<sup>14</sup>Науковий керівник: Тетяна Ткаченко, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

**Annotation.** *The reproductive function of a cow is composed of various interdependent parameters such as age at economic maturity, regularity of estrus on set, calving frequency, and conception rate from first insemination. Each of these parameters is formed under specific environmental conditions and under the influence of genetic characteristics. When the dry period was lengthened to 90 days (as in group 3), milk productivity was negatively affected compared to cows with a shorter dry period, as in group 2. Cows in group 1 actually produced 5118 kg of milk, while cows in group 2 produced 688 kg less and cows in group 3 produced 567 kg more. Cows in group 3 produced 124kg less milk per cow. The timing of the onset of the first sexual cycle after calving varied with the length of the physiological period.*

**Key words:** *reproduction, service period, calving, lactation, average daily milk yield, dry period, insemination index.*

**Вступ.** Відтворення великої рогатої худоби є одним з питань, що набуває все більшого значення в міру того, як тваринництво стає більш спеціалізованим та інтенсивним. Скорочення періоду господарського використання через індустріалізацію тваринництва призвело до зменшення виходу телят на 100 корів. Отже, ефективність молочного скотарства залежить від фертильності корів, а наявність неплідних корів негативно впливає на дохід молочної ферми. Тому отримання максимально можливого прибутку та раціональне управління відтворенням молочних корів вимагає розуміння взаємозв'язку між молочною продуктивністю та відтворювальною здатністю [1, 2, 5].

Незбалансовані раціони, неадекватне утримання худоби та низька якість кормів є основними причинами метаболічних порушень у тваринництві. Ці порушення проявляються у вигляді підвищеної смертності, слабкого народження телят, зниження живої маси та продуктивності тварин і погіршення якості молока, що може призвести до передчасної вибраковки поголів'я [3, 6, 9].

Ступінь росту та розвитку ремонтних корів має значний вплив на вік першого осіменіння, а отже, на продуктивність та відтворювальну цінність. Існує сильна кореляція між живою масою при першому отеленні та продуктивністю першої лактації. Недорозвинені телята-первістки споживають менше корму для забезпечення генетично обумовленої продуктивності і потребують більше часу для досягнення бажаної живої маси [4, 10].

Репродуктивна функція корів складається з цілого ряду взаємозалежних параметрів, таких як вік економічної зрілості, регулярність еструсу, кількість отелень та частота зачаття від першого штучного осіменіння. Кожен з цих параметрів формується генетичними особливостями під впливом конкретних умов навколишнього середовища [7, 8].

Мета статті - вивчити вплив тривалості фізіологічного періоду корови на репродуктивні якості та молочну продуктивність.

**Виклад основного матеріалу.** Для визначення впливу фізіологічного періоду на відтворювальну та виробничу продуктивність корів досліджували



тварин з однаковим надоєм за другу лактацію 5400-6400кг. Для цього було створено три групи корів з наступними характеристиками: група 1 мала сервіс-період 135,5 днів, сухостійний період 60 днів та період лактації 361,4 днів; група 2 мала сервіс-період 114,3 днів, сухостійний період 80 днів та період лактації 311,3 днів; група 3 мала сервіс - період 113,0 днів, сухостійний період 90 днів та період лактації 306 днів.

Час настання першого статевого циклу після отелення не був однаковим залежно від тривалості фізіологічного періоду. Перший статевий цикл спостерігався на 33,1 день після отелення у корів групи 1, яка мала довший період лактації та коротший сухостійний період. У стадах 2 і 3 цей показник становив 24,9 і 23,2 дня відповідно. Різниця між цими показниками становила 7,2 і 8,3 днів відповідно (таблиця 1).

Ефективність штучного осіменіння корів відрізнялася між групами. У групі 1 рівень запліднення на початку осіменіння становив 48%, тоді як у групах 2 і 3 він був на 23% і 35% вищим відповідно.

Після четвертого осіменіння 80% корів у групі 1 були запліднені, тоді як решта 20% не були запліднені і завагітніли лише після п'яти або шести осіменінь. Корови в групах 2 і 3 були запліднені (100%) після трьох осіменінь.

**Таблиця 1**

**Репродуктивні якості корів третього отелу залежно від тривалості фізіологічних періодів**

Показник	Група тварин		
	1	2	3
Прояв 1 статевого циклу після отелення, днів	33,1±6,16	24,9±3,01	23,2±2,69
Запліднилися після:			
першого осіменіння	48,0	71,0	83,0
другого осіменіння	26,0	35,0	25,0
третього осіменіння	10,0	10,0	10,0
четвертого осіменіння	10,0	-	-
Індекс осіменіння	2,3	1,5	1,4
Інтервал між статевими циклами, днів	26,5±2,51	23,3±2,24	22±2,90
Тривалість сервіс-періоду, днів	129,1±8,12	115,9±2,58	115±2,25

Інтервал між статевими циклами тварин відрізнявся між групами. У групі 1 цей інтервал становив 26,5 днів, тоді як у групі 2 він був на 3,2 дня коротшим, а в групі 3 - на 4,5 дня, але все ще знаходився в межах норми (18-24 дні). Далі йшов показник 129,1 дня в групі 1, що на 13,2 і 14,1 дня довше, ніж у групах 2 і 3 відповідно. Важливо зазначити, що тривалість обслуговування пов'язана з виробництвом молока, як показано на фазях 1 і 2.

Так, середня тривалість обслуговування худоби з виробництва молока 6100-7200 кг становила 135 днів, тоді як середня тривалість обслуговування худоби з виробництва 5400-6400 кг становила 119 днів. З цих результатів

можна зробити висновок, що зі збільшенням продуктивності худоби збільшується і тривалість періоду експлуатації.

Інтенсифікація молочного скотарства базується на раціональному використанні великої рогатої худоби для досягнення максимальних надоїв за кожну лактацію. Розуміння взаємозв'язку між виробництвом молока та відтворювальною здатністю частково є важливим для забезпечення максимального прибутку від молочного скотарства в сільськогосподарських підприємствах.

Це пов'язано з тим, що оптимізація репродуктивних характеристик корів дозволяє повною мірою використовувати їх генетичний потенціал. Відтворювальна здатність та молочна продуктивність корів значною мірою визначається тривалістю сухостійного, молочного та між отельного періодів.

Дослідження показали, що тривалість фізіологічного періоду впливає на молочну продуктивність корів на фермі. Наприклад, лактаційний період першій групі становив 355,1 днів. У групі 2 лактаційний період був на 30 днів коротшим, ніж у групі 1, але на 12,5 днів довшим, ніж у групі 3, завдяки довшим періодам сухостою та сервіс-періоду (таблиця 2).

**Таблиця 2**

***Залежність молочної продуктивності та якості молока від тривалості лактації***

Показник	Група		
	перша	друга	третья
Тривалість лактації, днів	355,1±2,3	335,1±2,8	322,6±1,7
Удій за лактацію, кг	5120±120,4	4432±105,1	5687±108,3
Середньодобовий удій, кг	15,1	18,6	18,9
Удій за 305 днів лактації, кг	4730±111,7	5715±123,2	5630±107,4
Вміст жиру в молоці, %	4,0±0,02	4,01±0,01	4,03±0,02
Вміст білка в молоці, %	3,09±0,02	3,08±0,03	3,09±0,04
Кількість молока базисної жирності, кг	6021	6848	6686
Кількість молочного жиру, кг	204,7	232,8	228,9
Швидкість молоковіддачі, кг/хв	1,8±0,12	2,0±0,11	1,9±0,14

Однак важливо зазначити, що подовження сухостійного періоду до 90 днів (група 3) негативно вплинуло на молочну продуктивність порівняно з коровами з коротшим сухостійним періодом, як у групі 2. Фактичний надій корів у групі 1 становив 5120 кг, що на 688 кг менше, ніж у групі 2, і на 570 кг більше, ніж у групі 3. Надій на корову в групі 3 був на 124 кг меншим.

Середній надій за день лактації становив 15,1 кг у групі 1, на 3,5 і 3,8 кг більше у групах 2 і 3, відповідно.

Вміст жиру в молоці варіював між окремими особами і коливався від 4,0% до 4,3%. Вміст білка був майже однаковим і коливався від 3,08% до 3,09%. Корови в групах 2 і 3 мали на 28,1 і 24,2 кг більше молочного жиру, ніж корови в групі 1, відповідно.

Найвища швидкість молока віддачі була досягнута коровами групи 2 (2,0 кг/хв), тоді як корови груп 1 і 3 мали на 0,2кг/хв і 0,1 кг/хв менше.

Таким чином, результати дослідження свідчать про можливість оптимізації відтворювальної здатності та рівня молочної продуктивності корів шляхом регулювання тривалості фізіологічного періоду, що дозволяє досягти більш високих надоїв.

Для корів української чорно-рябої молочної породи з виробництва молока 5500-6000 кг оптимальними параметрами фізіологічного періоду є 113 днів сервіс-періоду та 81 день сухостою, що сприяє вищій продуктивності порівняно з коровами з коротшим або довшим фізіологічним періодом.

У першій групі корів з виробництвом молока від 6450 до 7000 кг частота запліднення від першого штучного осіменіння становила 20,0%, що є високим показником порівняно з високопродуктивними коровами другої групи з виробництвом від 6700 до 7200 кг (таблиця 3).

У стаді корів з виробництвом 6450-7000 кг 86,6% корів були штучно запліднені, тоді як цей показник становив 93,3% для високопродуктивних корів у групі 2. Різниця між двома групами становила 6,6 відсоткових пунктів.

**Таблиця 3**

**Відтворювальна здатність корів в залежності від рівня молочної продуктивності (після другого отелення)**

Група тварин	Група корів з продуктивністю			
	перша – 6450-7000 кг		друга – 6700-7200 кг	
	гол.	%	гол.	%
Запліднилися після:				
першого осіменіння	6	46,6	4	26,6
другого осіменіння	5	33,3	7	40,0
наступних осіменінь	2	13,3	3	20,0
Всього запліднилося	15	93,3	13	86,6
Тривалість сервіс-періоду, днів	122,8±10,27		148,5±12,31	
Індекс осіменіння	2,9		3,2	

Період осіменіння корів у стаді 1 був на 25,7 днів коротшим, ніж у стаді 2. Таким чином, індекс осіменіння для стад з виробництва молока від 6450 до 7000 кг був на 0,3 нижчим. Тому важливо зазначити, що рівень молочної продуктивності корів має значний вплив на якість молока та надої.

**Висновок.** З отриманих результатів можна зробити висновок, що подовження сухостійного періоду до 90 днів (група3) має негативний вплив на надої порівняно з коровами з коротшим сухостійним періодом, як у групі 2. Фактичний надій корів у групі 1 становив 5118 кг, що на 688 кг менше, ніж у групі 2, і на 570 кг більше, ніж у групі 3. Надійна корову в групі 3 був на 124 кг меншим. Час настання першого статевого циклу після отелення залежить від тривалості фізіологічного періоду. У корів групи 1, які мали довший період лактації та коротший сухостійний період, перший статевий цикл спостерігався

на 32,7 день після отелення. У корів 2-ї та 3-ї груп він становив 24,9 та 23,2 дня відповідно. Період осіменіння у корів групи 1 був на 25,7 днів коротшим, ніж у групі 2. Таким чином, індекс штучного осіменіння для виробничої групи корів 6450-7000 кг був на 0,3 нижчим.

### Список використаної літератури

1. Боднар П.В., Щербатий З.Є. Вплив матерів на молочну продуктивність дочок української чорно-рябої молочної породи. Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи. Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції Кам'янець-Подільський. 2015. С. 75–76.

2. Ведмеденко О.В. Молочна продуктивність корів залежно від різних факторів. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 107. С. 199-204.

3. Войтенко С. Л., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С., Желізняк І. М. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2019. Вип. 1-2 (36-37). С. 21-26.

4. Разанова О.П. Молочна продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107), т. 2. С. 93-104.

5. Разанова О.П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107). Т.2 .С. 93-104.

6. Салогуб А.М. Вплив генотипових та паратипових чинників на ознаки молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Тваринництво*. 2019. Вип. 3(38). С. 37-40.

7. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини в умовах виробництва: монографія. ВНАУ. 2020. 174 с.

8. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: монографія. ВНАУ. 2020. 174 с.

9. Golubenko T., Razanova O. Optimizing the use of protein in the young cattle body. *Știința agricolă*. 2022. № 1. С. 143-152.

10. Heinrichs A. J., Heinrichs B. S. Prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd. *Journal of Dairy Science*. 2011. vol. 94. P. 336–341.

Наталя КОСАКІВСЬКА<sup>15</sup>,  
магістр 2-го року навчання,  
Вікторія АСТАХОВА<sup>15</sup>,  
студентка 2-го курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВПЛИВ ВІКУ ПРИ ПЕРШОМУ ОТЕЛЕННІ ТА ЖИВОЇ МАСИ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ

***Анотація.** У сучасних умовах існують різні підходи до вирішення питання збільшення виробництва молока, які здебільшого зводяться до трьох основних напрямків: виведення нових високопродуктивних порід на основі місцевого поголів'я; підвищення продуктивності великої рогатої худоби через покращення годівлі; та використання світового генофонду молочних порід. Дослідження показали, що молочна продуктивність корів залежить від їх віку та живої маси під час першого осіменіння та першого отелення. Найвищі показники надоїв продемонстрували корови, яких вперше осіменяли у віці до 16 місяців з живою масою 406-435 кг, а їх перше отелення відбулося до 25 місяців при живій масі 491-510 кг. На сьогодні серед науковців і фахівців немає єдиної думки щодо оптимальних показників живої маси, віку першого осіменіння та отелення, а також молочної продуктивності корів.*

***Ключові слова:** лактація, нетелі, жива маса, отелення, молочна продуктивність, стандарт породи.*

***Annotation.** In modern conditions, there are various approaches to solving the issue of increasing milk production, which mostly boil down to three main directions: breeding of new high-yielding breeds based on local livestock; increasing the productivity of cattle through improved feeding; and use of the world gene pool of dairy breeds. Studies have shown that the milk yield of cows depends on their age and live weight at first insemination and first calving. Cows that were inseminated for the first time before the age of 16 months with a live weight of 406-435 kg showed the highest milk yield, and their first calving occurred before 25 months with a live weight of 491-510 kg. Today, among scientists and specialists, there is no consensus on the optimal indicators of live weight, age of first insemination and calving, as well as milk productivity of cows.*

***Key words:** lactation, heifers, live weight, calving, milk productivity, breed*

---

<sup>15</sup>Науковий керівник: Оксана Скоромна, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

*standard.*

**Вступ.** Управління продуктивністю корів полягає у забезпеченні дотримання ключових факторів у технологічному процесі, які впливають на 70-80% продуктивності молочного стада.

Фактори, що визначають рівень молочної продуктивності, можна розділити на дві основні групи: генетичні (спадковість, порода, породні ознаки, індивідуальні особливості) та зовнішні (годівля, стан здоров'я, умови утримання, вік, фізіологічний стан, жива маса, використання тварини) [1, 3].

Відомо, що в нормальних умовах близько 35% фенотипового прояву молочної продуктивності корів визначається годівлею та умовами утримання, 25% – генетичними факторами, 25% – станом здоров'я та ветеринарними умовами, і 15% – віком і сезоном.

Проте, при надоях до 3000 кг молока за лактацію, частка впливу годівлі збільшується до 60-65%, а спадкових факторів – зменшується до 15-18%, з технологічними та організаційними факторами на рівні 17-20%. При підвищенні продуктивності до 4000-5000 кг змінюється розподіл впливу: спадкові та селекційні фактори зростають до 30-35%, частка впливу годівлі знижується до 50-53%, а технологічні й організаційні залишаються на рівні 15-20% [2].

У молодих корів першої та другої лактацій, як правило, надої на 25-30% менші, ніж у дорослих тварин. У ранньоспілих тварин максимальні надої досягаються раніше, ніж у пізньоспілих порід. Від корів-первісток отримують 75-80% від рівня продуктивності дорослих корів, після другого отелення – 82-92%, а після третього – 95-97% [4, 5].

Ремонтні телиці є майбутнім молочного стада, і хоча вони не приносять прибутку у вигляді продукції, їх утримання потребує витрат на корми, робочу силу, ветеринарне обслуговування та інші ресурси.

Вирощування телиць слід розглядати як фінансове інвестування, повернення від якого починається лише після їх першого отелення [6].

**Виклад основного матеріалу.** Одним із ключових аспектів селекційної роботи для покращення будь-якої породи є належне вирощування молодняку.

Генетичний потенціал продуктивності може бути реалізований лише за умови оптимальних умов вирощування, годівлі, догляду та експлуатації тварин. Ефективність вирощування молодняку великої рогатої худоби контролюється через показники їх живої маси та лінійного росту.

Наші дослідження показали, що корови стада на всіх вікових етапах мали різну живу масу порівняно зі стандартами української червоно-рябої молочної породи (табл. 1).

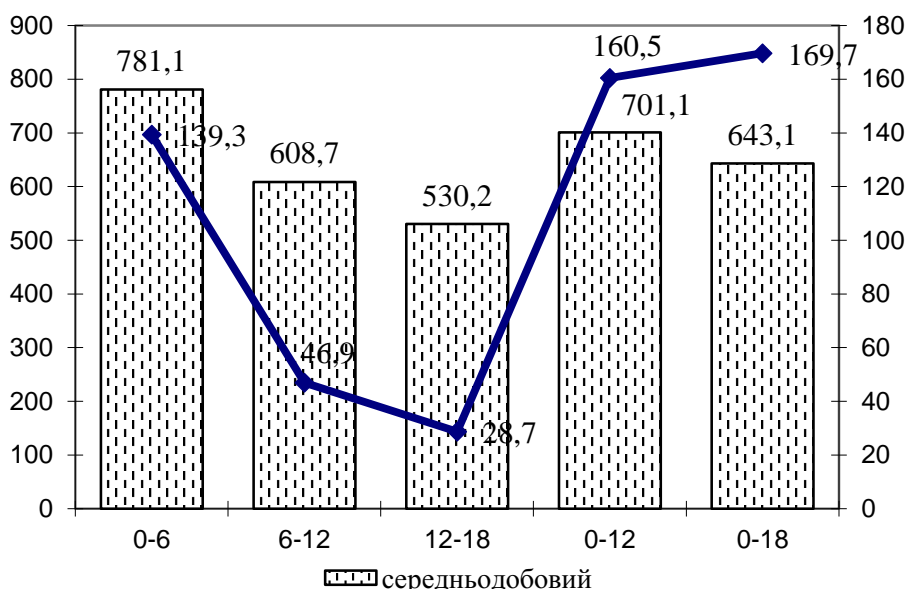
Корови при народженні мали середню живу масу 31,5 кг. У віці 6 місяців вони перевищували стандарт на 1 кг, або на 0,6%. Однак, у подальші місяці фактична жива маса була нижчою за стандарт: у 12 місяців - на 0,6 кг, у 18 місяців - на 1,1 кг. При першому отеленні цей показник був вищим на 2 кг.

*Динаміка та кратність збільшення живої маси корів у період їх вирощування*

Вік тварин, місяці	Жива маса, кг	Стандарт породи	Кратність збільшення живої маси, рази
новонароджені	31,5	-	-
6	176,0	175	5,58
12	287,4	288	9,12
18	383,9	385	12,19
1 осіменіння	411,2	-	-
1 отелення	502,0	500	-

Збільшення живої маси з віком поступово зростало: від 5,58 разів у 6-місячному віці до 12,19 разів у 18-місячному.

Більш точну оцінку інтенсивності росту можна отримати, аналізуючи середньодобові прирости живої маси (рис. 1).



**Рис. 1. Середньодобові прирости та відносна швидкість росту живої маси корів у період їх вирощування**

Дослідження показали, що найвищі прирости живої маси у телиць спостерігалися у період від народження до 6 місяців – 781,1 г. У наступні етапи розвитку цей показник знижувався, досягнувши 530,2 г до 18 місяців. За рік вирощування середньодобовий приріст складав 701,1 г, а за весь період вирощування (від народження до 18 місяців) – 643,1 г.

Важливим критерієм, що характеризує інтенсивність росту, є відносна швидкість збільшення живої маси. Найвищі значення цього показника зафіксовані у період від народження до 6 місяців – 139,3. З віком він поступово знижувався до 28,7. У 12-місячному віці відносний приріст живої маси становив 160,5, а у 18-місячному – 169,7.

Отже, піддослідні корови протягом періоду вирощування мали трохи нижчі показники живої маси порівняно зі стандартом, за винятком періоду від народження до 6 місяців. Найвищі середньодобові прирости та відносна швидкість росту спостерігалися саме в цей період. Впродовж вирощування від народження до осіменіння (18 місяців) середньодобовий приріст тварин становив 643,1 г.

Важливим фактором, що впливає на формування молочної продуктивності корів, є їхня відтворювальна здатність. Темпи відтворення великої рогатої худоби в господарстві значною мірою залежать від віку першого осіменіння телиць та першого отелення корів.

Маточне поголів'я є основним ресурсом у молочному скотарстві, тому правильне управління галуззю потребує визначення оптимального періоду використання корів у стаді та рівня їх щорічної вибраковки. Найефективніший рівень заміни маточного поголів'я забезпечує максимальне поліпшення якості стада і дозволяє отримати найбільшу кількість продукції при мінімальних витратах.

За даними окремих дослідників, збільшення надоїв на кожні 1000 кг призводить до зниження плодючості на 10%. Порушення відтворювальної здатності становить 24-27% серед причин вибракування тварин, що спричиняє значні економічні збитки для господарств.

Відтворення великої рогатої худоби останніми роками набуває все більшої важливості через низькі показники виходу телят на 100 корів та скорочення періоду господарського використання корів. Ефективність молочного скотарства безпосередньо залежить від плодючості маточного поголів'я. Регулярні щорічні отелення дозволяють підтримувати високий рівень селекційно-племінної роботи та забезпечують умови для розширеного відтворення стада. Темпи відтворення великої рогатої худоби значною мірою залежать від віку першого осіменіння телиць, першого отелення корів, а також тривалості сервісного та міжотельного періодів.

Наші дослідження показали, що телиці мали підвищений вік першого плідного осіменіння, який складав 19,5 місяця, що, відповідно, призвело до віку першого отелення в 28,4 місяця (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Вік першого осіменіння та першого отелення корів**

Показник	M±m
Вік першого плідного осіменіння: дні місяці	598,8
	19,5±0,07
Вік першого отелення: дні місяці	881,5±1,65
	28,4±0,05

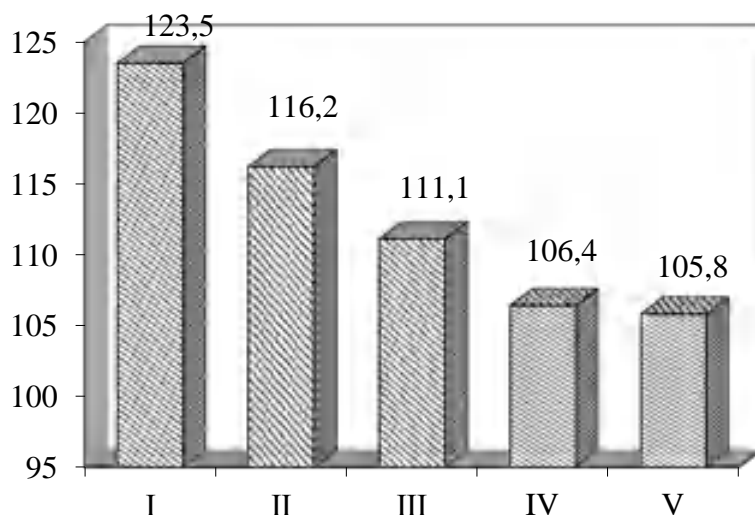
Мінливість показника віку першого плідного осіменіння становила відповідно 13,98%, віку першого отелення – 9,81 %. Аналізуючи дані літературних джерел, відомо, що тривалість тільності тварин становить в середньому 272–285 днів.

Оскільки тривалість тільності у корів є відносно стабільним показником,



на практиці для оцінки їх плодючості часто використовують сервіс-період замість міжотельного періоду.

Сервіс-період точніше відображає фізіологічні можливості відтворювальної здатності корів. За даними зоотехнічного та племінного обліку за останні п'ять років, цей показник залежав від кількості лактацій і поступово знижувався з віком тварин: від 123,5 дня при першій лактації до 105,8 дня при п'ятій. Це пов'язано з тим, що в процесі відбору тварини з гіршими відтворними якостями вибраковувалися зі стада (рис.2).



*Рис. 2. Тривалість сервіс-періоду у корів української червоно-рябої молочної породи*

За тривалістю сервіс-періоду різниця між тваринами за I і II лактації сягала 7,3 діб, I і III – 12,4, I і IV – 17,1, I і V – 17,7 діб.

**Висновок.** Наші дослідження показали, що корови стада на всіх вікових етапах мали різну живу масу порівняно зі стандартами української червоно-рябої молочної породи. Важливим критерієм, що характеризує інтенсивність росту, є відносна швидкість збільшення живої маси. Найвищі значення цього показника зафіксовані у період від народження до 6 місяців – 139,3. З віком він поступово знижувався до 28,7. У 12-місячному віці відносний приріст живої маси становив 160,5, а у 18-місячному – 169,7. Отже, піддослідні корови протягом періоду вирощування мали трохи нижчі показники живої маси порівняно зі стандартом, за винятком періоду від народження до 6 місяців. Найвищі середньодобові прирости та відносна швидкість росту спостерігалися саме в цей період. Впродовж вирощування від народження до осіменіння (18 місяців) середньодобовий приріст тварин становив 643,1 г. Оскільки тривалість тільності у корів є відносно стабільним показником, на практиці для оцінки їх плодючості часто використовують сервіс-період замість міжотельного періоду.

#### *Список використаної літератури*

1. Голубенко Т.Л., Чудак Р.А., Скоромна О.І., Разанова О.П.,

Огороднічук Г.М., Главатчук В.А. Продуктивність і племінна цінність корів молочних порід української та зарубіжної селекції. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 132. С. 281-289.

2. Разанова О.П., Чудак Р.А., Огороднічук Г.М., Скоромна О.І., Голубенко Т.Л. Інноваційний розвиток молочного скотарства в контексті підвищення виробництва молока. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2023. Вип. 3 (54). С. 63-70.

3. Разанова О.П., Голубенко Т.Л., Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон А.М. Біологічна цінність телятини, отриманої від бичків різного породного походження, вирощених за технологій молочного та м'ясного скотарства. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2023. Вип. 3 (54). С. 55-62.

4. Скоромна О.І., Голубенко Т.Л., Разанова О.П. Альтернативи розвитку виробництва продукції скотарства в умовах земельних відносин. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. № 4 (98). С. 209-217.

5. Шпетний М.Б., Заболотна В.К., Гришин С.Ю. Молочна продуктивність та відтворювальна здатність корів залежно від генетичних та паратипових чинників. *Тваринництво*. 2022. № 4 (47). С. 33-42.

6. Golubenko T., Razanova O. Optimizing the use of protein in the young cattle body. *Știința agricolă*. 2022. № 1. P. 143-152.

**Ліна ДІБРОВА<sup>16</sup>**,  
студентка 3-го курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОРБЕНТІВ В ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН**

**Анотація.** За використання у годівлі сільськогосподарських тварин сорбентів спостерігається зниження токсичної дії мікотоксинів, сповільнення всмоктування їх у шлунково-кишковому каналі, зменшення негативну дії токсинів на організм тварин та сприяють отриманню екологічно чистої продукції. Застосування природніх сорбентів у тваринництві дозволяє підвищити продуктивність та збереженість поголів'я сільськогосподарських тварин, тобто реалізувати їх генетичний потенціал, та значно збільшити виробництво сільськогосподарської продукції та рівень рентабельності без використання додаткових витрат на корми.

*Використання сорбентів у годівлі сільськогосподарських тварин є перспективним напрямком для підвищення ефективності виробництва, покращення здоров'я тварин та забезпечення екологічної безпеки.*

**Ключові слова:** сорбенти, сільське господарство, кормові добавки, токсини, годівля тварин, мікотоксини.

**Annotation.** *The use of sorbents in the feeding of agricultural animals reduces the toxic effect of mycotoxins, slows down their absorption in the gastrointestinal tract, reduces the negative effect of toxins on the animal body, and contributes to the production of environmentally friendly products. The use of natural sorbents in animal husbandry makes it possible to increase the productivity and preservation of the livestock of agricultural animals, that is, to realize their genetic potential, and to significantly increase the production of agricultural products and the level of profitability without the use of additional costs for feed.*

*The use of sorbents in the feeding of agricultural animals is a promising direction for increasing production efficiency, improving animal health and ensuring environmental safety.*

**Key words:** sorbents, agriculture, feed additives, toxins, animal feeding, mycotoxins.

**Вступ.** Основною умовою підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин є раціональна і біологічно повноцінна годівля. Для реалізації генетичного потенціалу сучасних високопродуктивних тварин потрібне оптимальне надходження усіх необхідних для їх організму поживних і біологічно активних речовин у доступному вигляді [6].

Сучасне промислове тваринництво ставить високі вимоги до якості годівлі. На даний час ведеться пошук та вивчення нових кормових добавок, які знижуватимуть собівартість кормів, підвищуватимуть ефективність засвоєння поживних речовин, збільшуватимуть виробництво продукції тваринництва та знижуватимуть дію токсичних сполук у кормі [8].

Серед чисельних кормових добавок, які широко використовують у годівлі сільськогосподарських тварин чільне місце займають сорбенти, які сприяють зниженню негативної дії токсинів корму та подовжують дію травних ферментів. І цим самим підвищують засвоюваність поживних речовин організмом тварин [6, 9].

Метою нашої роботи є вивчення ефективності використання сорбентів у годівлі сільськогосподарських тварин.

**Виклад основного матеріалу.** Сорбенти — це речовини, які здатні поглинати та зв'язувати різноманітні токсичні речовини, зокрема мікотоксини, що містяться у кормах. Їх дія полягає у тому, щоб запобігти всмоктуванню токсинів у шлунково-кишковому тракті тварин і вивести їх з організму природним шляхом.

Сьогодні на ринку кормових добавок України існує широкий спектр

запропонованих сорбентів: неорганічні, органічні та комбіновані. Як зв'язуючі матеріали використовують активоване вугілля, цеоліти, деякі глини (бентоніт, сапоніт, каолін), гідратний натрій, кальцій-алюмосилікати, діатомовий ґрунт тощо [2, 10].

За типом будови основи та характером пористості сорбенти поділяються на гелеві та пористі. Гелеві сорбенти не мають значної пористості. Тільки за набухання в розчинниках їх полімерні ланцюги розтягуються, забезпечуючи доступ компонентам, що сорбуються всередину гранул. В активованих вуглецах розрізняють мікро, мезо- і макропори. Для сорбції токсинів важливе значення мають мікропори, які збільшують поверхню – до 1000 м<sup>2</sup>. Лінійні розміри пор мають відповідати розмірам.

Дія сорбентів заснована на здатності виводити мікотоксини із шлунково-кишкового каналу, швидко зв'язувати та ефективно утримувати токсини за різних рівнів рН. Але негативним фактором більшості сорбуючих матеріалів є низька вибірковість, що призводить до зв'язування інших поживних та біологічно активних речовин, вітамінів та мікроелементів [9].

Сорбенти мають різні властивості та поділяються за наступними ознаками, зокрема:

- за лікарською формою та фізичними властивостями: гранули, порошки, таблетки, пасти, гелі, колоїдні та інкапсульзовані матеріали, кормові добавки;
- за хімічною структурою: активоване вугілля, силікагелі, цеоліти, алюмоселікати, окисні та інші неорганічні сорбенти, кормові волокна тощо;
- за механізмом сорбції: адсорбенти, абсорбенти, іонообмінні матеріали, сорбенти з комбінованим механізмом дії та каталітичними властивостями;
- за селективністю: селективні, неселективні, монофункціональні бі- та полі функціональні [12].

Концентровані корми є однією із важливих груп кормів для усіх видів сільськогосподарських тварин. Якість яких залежить від рівня ураження їх пліснявими грибами.

Використання різноманітних засобів захисту для росту рослин призводить до ураження кормів мікотоксинами, нітратами, гербіцидами, пестицидами, які можуть призвести до загибелі тварин [8].

Мікотоксини – це продукти діяльності пліснявілих грибів, які засмічують зернові корми як у полі, так і під час зберігання та переробки.

Мікотоксини є чи не основною причиною зниження продуктивності тварин, зниження імунітету звідси підвищена чутливість до різноманітних захворювань, в тому числі і інфекційних. Крім того мікотоксини негативно впливають на структуру основних поживних складових кормів: жирів, вуглеводів і білків та призводять до руйнування вітамінів та цим самим знижують поживність кормів. Також у кормах збільшуються наступні продукти розпаду: жирні кислоти, поява нових мікроскопічних грибів, які призводять до зігрівання зерна за порушення умов зберігання.

Для зниження ураження мікотоксинами кормів застосовуються різні

методи: фізичні, хімічні, біологічні (теплові, ультрафіолетове та гамма-випромінювання, озонування, обробка аміаком, концентрованими лугами, кислотами, перекисом водню і т.п.). Головним недоліком вищезгаданих методів є неповне знешкодження мікотоксинів, негативний вплив на якість корму в цілому [4, 5].

Результати експериментів окремих вчених свідчать про те, що використання природніх мінеральних добавок (цеоліти, бентоніти тощо) у годівлі тварин позитивно впливають станна здоров'я та рівень продуктивності тварин. Проте, окремі мікотоксини можуть перетворюватися на окремі сорбенти в шлунку і десорбуватися за лужного середовища в кишківнику, в результаті чого ефективність використання сорбентів не ефективне [13].

Дієвий сорбент має забезпечувати поглинання токсичних метаболітів, що утворюються в шлунково-кишковому тракті сільськогосподарських тварин та токсинів, які надходять ззовні та із крові зворотним шляхом, а також поєднувати утворені токсичні речовини, разом із травними соками.

Для усунення негативного впливу мікотоксикозів на організм тварин (зниження продуктивності, відтворних якостей, ослаблення імунної системи тварин, порушення роботи шлунково-кишкового тракту, нирок, гепатопротекторної функції печінки, погіршення якості м'ясної сировини та ін.) необхідно суворо контролювати вміст мікотоксинів у кормах, які згодовують тваринам, що додатково забезпечує збереження не тільки здоров'я тварин, а й кінцеві споживачі продукції тваринництва [1].

Нейтралізація мікотоксинів у кормах за допомогою сорбентів є поширеним і практично єдиним методом у систематиці заходи боротьби з мікотоксикозом свиней [2; 3].

Тому в даний час проводиться низка досліджень [1, 2, 3] з пошуку найбільш ефективних сорбентів, які допоможуть позбутися мікотоксинів і максимально зберегти біологічно активних речовин в організмі тварин.

Кормові мікотоксини є продуктами метаболізму грибів (*Aspergillus*, *Mucoraceae*, *Fusarium* та ін.), які утворюють стійкі сполуки та порушують різні види обміну в організмі тварин, і, як наслідок, захворювання тварин з важким перебігом, що виникають за згодовування кормів, уражених токсичними грибами. При цьому: знижується продуктивність біологічних об'єктів і ефективність використання кормів на виробництво одиниці продукції; порушується репродуктивна функція; послаблюється; підвищується чутливість до захворювань; підвищується вартість лікувально-профілактичних заходів, знижується ефективність вакцин і ліків [10].

Кормові сорбенти мають здатність швидко зв'язувати широкий спектр токсикантів. Сорбенти стабільні за різних значеннях рН, термостабільні за згодовування гранулів. Використання адсорбентів мікотоксинів як кормових добавок є корисним для зменшення токсичної дії мікотоксинів у тварин, що забезпечує більш стає використання кормів [5].

Доведено, що тривале застосування сорбентів викликає зниження вмісту

вітамінів А, D і Е та інших елементів у крові сільськогосподарських тварин.

Встановлено, що окремі сорбенти мають негативний вплив на здоров'я печінки та електролітичний баланс у тварин, що призводить до погіршення функцій і зміни будови печінки та нирок. Продуктивність і стійкість свиней до захворювань залежить від забезпечення їх раціонів достатньою кількістю біологічно активних речовин. Тому важливо дотримуватися оптимальних дозувань і ретельно підбирати сорбенти відповідно до складу корму та рівня його контамінації [12, 13].

До найбільш використовуваних сорбентів належать цеоліти, бентоніти, активоване вугілля, а також органічні сорбенти, які містять глюкоманани. Ці речовини активно використовуються в комбікормах для зниження токсичного навантаження на організм тварин, що дозволяє підтримувати на високому рівні перетравність поживних речовин корму та поліпшити загальний стан здоров'я. Використання сорбентів не тільки запобігає впливу токсичних сполук, але й сприяє покращенню продуктивності, збільшуючи прирости живої маси та знижуючи витрати корму.

Переваги використання сорбентів представлені в таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Переваги використання сорбентів**

<b>Переваги</b>	<b>Коротка характеристика</b>
<i>Зниження токсичності кормів</i>	Вміст токсинів у кормах часто перевищує допустимі норми, що може призводити до інтоксикації організму тварин. Сорбенти ефективно зв'язують ці токсини, знижуючи їх негативний вплив.
<i>Підвищення продуктивності тварин</i>	Зменшення навантаження на організм тварин завдяки видаленню токсичних речовин сприяє покращенню їх загального стану, підвищенню апетиту та, як наслідок, підвищенню приростів живої маси, надоїв молока тощо.
<i>Покращення імунітету</i>	Токсини, присутні в кормі, здатні послаблювати імунну систему тварин, роблячи їх вразливішими до інфекційних захворювань. Сорбенти допомагають зберегти імунний захист тварин на високому рівні, сприяючи підвищенню стійкості до захворювань.
<i>Профілактика захворювань</i>	Завдяки зниженню рівня токсинів у раціонах зменшується ризик виникнення таких захворювань, як діарея, інтоксикація та ураження печінки, що є наслідками накопичення токсичних речовин.
<i>Збереження довкілля</i>	Використання сорбентів не лише покращує здоров'я тварин, але й позитивно впливає на екологічну ситуацію на фермі, оскільки зменшує викиди шкідливих речовин через послід тварин.

Незважаючи на переваги, використання сорбентів має певні обмеження. Наприклад, не всі сорбенти є однаково ефективними для різних видів токсинів. Крім того, надмірне використання сорбентів може призвести до зв'язування корисних поживних речовин, таких як вітаміни та мінерали, що може негативно вплинути на раціон тварин. Це, у свою чергу, може призвести до дефіциту важливих елементів у їх організмі, погіршення загального стану здоров'я та

зниження продуктивності. Сорбенти широко використовуються в годівлі різних видів сільськогосподарських тварин, зокрема:

- *велика рогата худоба*. У кормах для корів сорбенти допомагають запобігти зниженню надоїв та покращують конверсію корму.

- *свійська птиця*. Птахи, особливо кури-несучки та бройлери, чутливі до токсичних речовин. Використання сорбентів у кормових сумішах підвищує продуктивність та знижує кількість падежу.

- *свині*. Включення сорбентів у раціон свиней сприяє підвищенню приросту живої маси та покращенню загального стану здоров'я [6].

Методи боротьби з мікотоксинами на сьогодні зазнають значну еволюцію, в результаті якої пройдено шлях від застосування бентонітів й алюмосилікатів, активних тільки до одного-двох мікотоксинів, до модифікованих глюкоманнанів, які міцно і швидко адсорбують практично всі відомі на сьогодні мікотоксини. На додаток до глюкоманнанів, сучасні розробки включають комбіновані сорбенти, що поєднують неорганічні та органічні компоненти, які забезпечують широкий спектр дії. Ці препарати не лише захищають організм тварин від токсичного впливу мікотоксинів, але й мінімізують негативні наслідки для шлунково-кишкового тракту, сприяючи кращій засвоюваності поживних речовин і поліпшенню загального стану здоров'я тварин [3].

Застосування кремнієвих сорбентів як кормової добавки до раціонів молодняку свиней, дозволяє суттєво зменшити потрапляння з кормами в організм мікотоксинів та важких металів, вивести токсичні речовини з м'яса та крові тварин, покращити показники їх продуктивності та стан здоров'я. Однак, при тривалому застосуванні сорбційних препаратів, в тому числі і кремнієвих сорбентів, може збільшуватися потреба організму в амінокислотах та вітамінно-мінеральних комплексах, оскільки активізуються обмінні процеси, покращується робота печінки і травного тракту свиней.

Згодовування сорбенту БіоТокс суттєво достовірно вплинуло на збільшення вмісту глюкози (на 1,7 ммоль/л) та білку (на 11,7 г/л) у дослідній групі (по закінченню досліджень у порівнянні з їх початком), тоді як дані показники в контрольній групі практично залишилися незмінними. Використання сорбенту мікотоксинів БіоТокс у науково-господарському досліді дало можливість у дослідній групі одержати незначне збільшення (на 12 г) середньодобових та суттєве зменшення (на 0,33 кормових одиниць, або 8,4%) витрат кормів на одиницю приросту у порівнянні з контролем [11].

За результатами експерименту було визначено що тварини, які отримали комплексну добавку мікотоксину адсорбент «Гепасорбекс» ТОВ «Ветсервіспродукт» мав вищий продуктивність. Свині II та III дослідних груп, які споживали корми, що містять адсорбенти мікотоксинів, мали значне ( $p < 0,001$ ) збільшення живої маси тіла на 2,3-4,2 кг і 3,6-7,0 кг; середньодобових приростів – 41,5-47,3 г, 67,7-68,0 г; досягла норми ваги 100 кг (на 3 і 6 добу) і

120 кг (на 6 і 9,5 днів) раніше при меншій конверсії корму на 0,2-0,45 і 0,28-0,54 кг відповідно в порівнянні з тварин контрольної групи [14].

Встановлено, що використання природних сорбентів як кормових добавок для свиней не має негативного впливу на фізико-хімічні властивості м'язової тканини або її потенційну придатність для використання як готового м'яса або виробництва м'ясних продуктів. Результати показують, що сорбенти, що використовуються, є безпечним інгредієнтом в раціоні свиней, на що вказують такі параметри м'яса, як оптимальний рН і активність води, а також висока окислювальна стабільність (TBARS). [15]

**Висновки.** Визначальним фактором, що забезпечує ефективність виробництва тваринницької продукції, є повноцінна годівля. Однак корми часто містять небезпечні речовини, такі як мікотоксини, важкі метали та інші токсини, що негативно впливають на здоров'я тварин.

Токсини здатні накопичуватися у м'ясі, пройти через плаценту і вразити плід, змінити ДНК, пригнітити імунітет, зумовити виникнення цілої низки різноманітних патологій. Не варто забувати, що вміст мікотоксинів у кормах — показник несталий. Він збільшується як за сприятливих, так і не дуже сприятливих для грибка умов. Причому, у другому варіанті накопичення токсинів відбувається набагато швидше — захисна реакція клітини.

Сорбенти, здатні поглинати та зв'язувати токсини, запобігають всмоктуванню шкідливих речовин у шлунково-кишковому тракті тварин. Їх використання допомагає знизити токсичність кормів, підвищити продуктивність тварин, покращити їх імунітет та запобігти різноманітним захворюванням.

Сорбенти позитивно впливають на екологічну ситуацію на промислових підприємствах зменшуючи викиди шкідливих речовин через послід. Включення сорбентів у комбікорми для відгодівельного молодняка свиней покращує відгодівельні показники, зокрема підвищує середньодобові прирости та скорочує період відгодівлі.

### Список використаної літератури

1. Бідяк І.М. Вплив згодовування міновіту на продуктивність, обмін речовин, якість м'яса та стан внутрішніх органів свиней: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів». Львів, 2008. 20 с.

2. Бігун П., Бігун Ю. Кормова добавка «Авістім» у раціонах молодняка птиці. *Тваринництво України*. 2007. № 4. С. 23-26.

3. БиоТокс – сорбент микотоксинов широкого спектра действия [Електронний ресурс]. Режим доступу: [www.biochem.net.ru](http://www.biochem.net.ru).

4. Гриньова Я.Г., Криштоп Є.А. Проблеми забруднення навколишнього середовища важкими металами та шляхи їх подолання. *Інженерія природокористування*. 2021. № 1(19). С. 111-119.



5. Дяченко Л.С., Сивик Т.Л., Титарьова О.М. та ін. Природні детоксиканти в раціоні та їх вплив на продуктивність і якість продуктів забою свиней на відгодівлі. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7(2). С. 239-246.
6. Ібатуллін І.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Київ. 2014. 422 с.
7. Логвиненко Н. М. Перспективи використання в годівлі молодняка свиней кремнієвого сорбенту «Силард» та кормового концентрату «Живина» та їх вплив на продуктивність тварин. *Наукові горизонти*. 2018. № 3 (66). С. 50-55.
8. Попсуй В. Безпечність комбікормів для свиней [Електронний ресурс]. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. Режим доступу: <http://propozitsiya.com/ua/bezpechnist-kombikormiv-dlya-sviney>
9. Подвійна дія сорбенту. URL: [https://agrotimes.ua/article/podvijna-diyasorbentu/#:~:text=Уведення%20до%20складу%20комбікормів%20для,\(P%3E%200%2C999\)%20відповідно.](https://agrotimes.ua/article/podvijna-diyasorbentu/#:~:text=Уведення%20до%20складу%20комбікормів%20для,(P%3E%200%2C999)%20відповідно.) (дата звернення: 26.09.2024).
10. Слободянюк Н.М., Кондратюк В.М. Ефективність використання ферментних препаратів у годівлі курчат-бройлерів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. Том 15. № 1(55). Ч. 1. 2013. С.109-114.
11. Bryden W.L. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: Implication of animal productivity and feedsecurity. *Animal Feed Science and Technology*. 2012. 173(1-2), 134-158. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.12.014.
12. Lykhach V., Lykhach A., Faustov R., Barkar Ye., & Lenkov L. The effect of a new complex sorbent of mycotoxins in pigs diets on their growth performance, fattening and meat traits. *Animal Science and Food Technology*. 2022. № 13(2). P. 26-34.
13. Ossowski M., Wlazło Ł., Nowakowicz-Debek B., Florek. Effect of natural sorbents in the diet of fattening pigs on meat quality and suitability for processing. *Animals*. 2021. № 11. 2930. doi:10.3390/ani11102930.
14. Ossowski [Mateusz](#), Wlazło [Łukasz](#), Nowakowicz-Debek [Bożena](#), and Florek [Mariusz](#) Effect of Natural Sorbents in the Diet of Fattening Pigs on Meat Quality and Suitability for Processing. *Animals (Basel)*. 2021. № 11(10). P. 2930.
15. Prisnyi A. A. Preparation of food products of animal origin with a reduced content of toxic metals. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. № 666. P. 10-14.
16. Faustov R., Lykhach V., Lykhach A., Shpetny M., & Lenkov L. Effect of a new complex mycotoxin adsorbent on growth performance, and serum levels of retinol, tocopherol and 25-hydroxycholecalciferol in pigs fed on mycotoxin-contaminated feed. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2022. № 12 (1). P. 107-113. doi: 10.51227/ojaf.2022.2.

**Вікторія БУЯНОВСЬКА<sup>17</sup>**  
студентка 2-го курсу,  
факультету технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ПРОДУКТИВНІСТЬ М'ЯСНИХ ПЕРЕПЕЛІВ ЗА ДІЇ ЕКСТРАКТУ ЕХІНАЦІЇ БЛІДОЇ

***Анотація.** Наведено результати досліджень продуктивності перепелів м'ясної породи фараон, вихованих на м'ясо під дією сухого екстракту ехінацеї блідої. Відзначено, що жива маса перепелів значно зросла з 7-го дня споживання екстракту; доза 12 мг на 1 кг живої маси. У другій і четвертій дослідних групах аналогічне явище спостерігається з 21-го дня. Споживання корму на 1 кг приросту зменшилось у самок на 0,56 кг, у самців на 0,23 кг у період вирощування при споживанні птахами сухого екстракту ехінацеї блідої.*

***Ключові слова:** перепілки, екстракт, ехінацея бліда, споживання корму.*

***Annotation.** The researches results of productivity of the Pharaoh breed meat quail grown for meat under the action of dry extract of *Echinacea pallida* are given. It is noted that the live weight of quail has grown significantly since the 7<sup>th</sup> day of the extract consumption; the dose was 12 mg per 1 kg of live weight. The second and fourth experimental groups have a similar phenomenon observed since the 21<sup>st</sup> day. Feed consumption per 1 kg of growth has reduced by 0.56 kg in females and by 0.23 kg in males during growing when birds consumed dry extract of *Echinacea pallida*.*

***Key words:** quails, extract, *Echinacea pallida*, feed consumption.*

***Вступ.** Останнім часом зарубіжні та вітчизняні вчені, виявляють підвищений інтерес до вивчення та використання представників роду ехінацея. А також застосування їх не тільки у сучасній медицині, але й у годівлі сільськогосподарських тварин [1].*

*В країнах Європи ехінацея відома вже понад 300 років, як декоративна рослина, але популярність лікарської рослини вона набула лише починаючи з 1930-1960 років.*

*Отже, нині ехінацею використовують в більш ніж 15 країнах світу, як промислово, медоносну, декоративну, лікарську та ефіроолійну рослину.*

*З усіх відомих 9 видів роду *Echinacea* Moench на сьогоднішній день в Україні культивується і використовується лише 3 види, а саме: ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.), ехінацея вузьколиста (*Echinacea angustifolia* DC.) та ехінацея бліда (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) [2].*

*Слід відзначити, що серед трьох вище перерахованих видів ехінацеї, саме ехінацея бліда вважається недостатньо вивченим видом, який районований в Україні. Її*

вирощують та досліджують на базі Полтавської державної аграрної академії з фірмою «Фітоком», Нікітським ботанічним садом м. Ялти та ботанічним садом Харківського національного університету ім. Каразіна [3].

Нині в Україні зареєстровано понад 50 препаратів на основі біологічно активних речовин (БАР) ехінацеї пурпурової, але відомо, що в інших країнах Європи, Канаді та США для створення лікарських препаратів останнім часом все більше використовують ехінацеї бліду (*Echinacea pallida* (Nutt)).

З кожним роком у світі підвищуються вимоги споживачів до біологічної повноцінності і безпечності продукції тваринництва, а особливо її смакових якостей. Здорове харчування людства не можливе без раціональної та збалансованої годівлі тварин, а зокрема птиці [4].

У зв'язку із цим виникло питання про забезпечення потреб населення в більш екологічно безпечній продукції, що змусило заборонити використання антибіотиків у країнах Європи, а це в свою чергу спонукало науковців і практиків до пошуку нових кормових добавок рослинного походження, які завдяки своєму вмісту біологічно активних речовин, підвищують продуктивність, зміцнюють імунітет та покращують процеси травлення, а також їм притаманна м'якість дії і низька токсичність.

У тваринництві і частково в птахівництві, в останні роки досить активно вивчають та використовують невелику кількість рослин, проте асортимент їх щорічно розширюється. Вони є більш перспективними у використанні завдяки своїй доступності, відсутності небажаних побічних дій та широкому спектру лікувальних властивостей [5].

Нині відомо вже понад 300 найменувань рослин, які володіють антибактеріальними та імунноактивними діями.

Нова категорія натуральних стимуляторів росту, котрі одержують із трав, спецій та екстрактів рослин заслуговує на окрему увагу. Адже фітогеники (фітобіотики) надзвичайно неоднорідні за складом і рівнем вмісту біологічно активних речовин [6].

Однак відомо, що фітогенні компоненти, такі як карвакрол, тимол або коричний альдегід, мають сильні антимікробні, антиоксидантні та ароматизуючі властивості. Крім того, висунуто припущення, що вони покращують смакові якості корму, стимулюють слиновиділення, секрецію травних соків, позитивно впливають на функцію кишечника завдяки швидкому проходженню корму та всмоктуванню поживних речовин, а також поліпшують імунну систему організму. Таким чином, зменшують популяції умовно-патогенних бактерій, завдяки збільшенню корисних мікроорганізмів.

Метою поданих досліджень було вивчення впливу згодовування сухого екстракту ехінацеї блідої на продуктивність у перепелів м'ясного напрямку продуктивності

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження з вивчення ефективності застосування кормової добавки екстракту ехінацеї блідої у годівлі перепелів провадились в умовах науково-дослідної ферми Вінницького національного аграрного університету.

Для вирішення поставленої мети, був проведений науково-господарський дослід на перепелах м'ясної породи «Фараон» (табл.1).

Науково-господарські експерименти були проведені на птиці згідно до загальноприйнятих методик, тобто методом груп-аналогів. При формуванні птиці у групи враховували живу масу, вік, стать, породу, продуктивність, умови утримання та годівлю. У дослідженнях використовувались: зоотехнічні, фізіологічні, біохімічні та статистичні методи досліджень [7, 8].

Кормова добавка сухого екстракту ехінацеї білої – це порошок коричневого кольору, однорідного складу з характерним запахом і специфічним гірким смаком. Добре розчинний у воді, мало розчинний в етиловому спирті, нерозчинний у ецителені. Досліджувану добавку сухого екстракту з коренів ехінацеї білої одержували на базі ТОВ «Дослідний завод «ГНЦЛС» м. Харків. Основними діючими біологічно активними речовинами, що містяться у даній добавці є полісахариди, зокрема фруктозани, фенольні сполуки – гідроксикоричні кислоти, які володіють протизапальною, антимікробною та адаптогенною діями.

У досліді визначали динаміку живої маси піддослідної птиці шляхом щотижневого індивідуального зважування вранці до годівлі на вагах ВЛТК-500 з точністю до 1,0 г. За результатами зважування обчислювали абсолютні, середньодобові та відносні прирости живої маси протягом досліду.

Збереженість поголів'я контролювали щоденно за кількістю вибракуваної і загиблої птиці.

Споживання комбикормів обліковували щоденно, за кожний тиждень та за весь період вирощування. У кінці досліду обчислювали витрати комбикорму на 1 кг приросту живої маси.

**Таблиця 1**

**Схема науково-господарського досліду**

Група	Кількість тварин у групі, гол	Тривалість досліду, діб	Особливості годівлі
1-контрольна	50	56	ОР (повнораціонний комбикорм)
2-дослідна	50	56	ОР + ехінацея біла (6мг/кг живої маси)
3-дослідна	50	56	ОР + ехінацея біла (12мг/кг живої маси)
4-дослідна	50	56	ОР + ехінацея біла (18мг/кг живої маси)

*\*ОР – основний раціон*

Для досліду було відібрано 200 перепеленят однодобового віку м'ясної породи «Фараон». З них за принципом аналогів сформували чотири групи птиці (1 контрольна і 3 дослідних) по 50 голів у кожній, живою масою 8,0 – 8,1 г. Тривалість досліду становила 56 діб. У 30-денному віці птицю розділили на самиць і самців (25 самиць і 25 самців). Перша контрольна група під час усього досліду отримувала основний раціон, а

перепелам дослідних груп додатково до основного раціону згодовували різні дози кормової добавки екстракту ехінацеї білдої.

Ріст і розвиток перепеленят обраховували на основі відповідних зоотехнічних показників. Живу масу визначали зважуванням у віці 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 діб. На основі даних зважувань визначали наступні показники: абсолютний, середньодобовий та відносний прирости використовуючи відповідні формули.

Цифровий матеріал обробляли біометрично за методом М.О.Плохінського [9]. При цьому використані значення критерію вірогідності за Стюдентом – Фішером за трьох рівнів вірогідності:  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$  (у тексті позначено відповідно \*, \*\*, \*\*\*).

Додаткове введення різних доз екстракту ехінацеї білдої до основного повнораціонного комбікорму справляло позитивний вплив на живу масу піддослідних перепелів (табл. 2).

Слід відмітити, що однодобові перепеленята контрольної та дослідних груп за живою масою на початку дослідження суттєво не відрізнялись. Крім того, жива маса дослідних груп достовірно збільшувалась протягом усіх вікових періодів вирощування.

**Таблиця 2**

**Жива маса перепелів, г ( $M \pm m$ ,  $n = 50$ )**

Вік перепелів, діб		Група			
		1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
1		8,0 ± 0,08	8,1 ± 0,07	8,1 ± 0,07	8,1 ± 0,07
7		23,0 ± 0,60	24,0 ± 0,60	25,4 ± 0,68*	23,8 ± 0,43
14		63,2 ± 1,37	66,6 ± 1,76	71,4 ± 1,45***	65,6 ± 0,92
21		105,0 ± 1,36	118,0 ± 1,73***	123,8 ± 2,04***	115,0 ± 1,76***
28		154,8 ± 2,91	170,5 ± 3,29***	176,8 ± 1,04***	163,2 ± 2,15*
35	самиці (n=25)	206,9 ± 2,53	216,4 ± 2,63**	231,4 ± 2,50***	221,0 ± 1,56***
	самці (n=25)	173,2 ± 1,16	183,0 ± 2,51***	198,2 ± 0,72***	174,7 ± 2,07
42	самиці (n=25)	262,0 ± 3,14	268,2 ± 1,16	291,2 ± 2,53***	276,1 ± 3,24**
	самці (n=25)	200,9 ± 1,75	205,3 ± 1,73	238,2 ± 2,74***	204,4 ± 2,08
49	самиці (n=25)	300,5 ± 4,41	317,1 ± 4,09**	348,2 ± 1,96***	309,1 ± 2,97
	самці (n=25)	221,8 ± 2,27	228,7 ± 2,16*	265,1 ± 1,58***	235,4 ± 2,59***
56	самиці (n=25)	322,8 ± 2,64	333,1 ± 3,15*	365,8 ± 1,40***	335,6 ± 2,38***
	самці (n=25)	231,0 ± 2,23	242,9 ± 2,58**	276,5 ± 1,94***	254,5 ± 3,36***
Збереженість%	самиці (n=25)	95	97	99	98
	самці (n=25)	95	97	99	98

Отже, у період вирощування із 7-ої та 14-ої доби у птиці 3-ої дослідної групи, яка споживала середню дозу сухого екстракту ехінацеї блідої у кількості 12 мг/кг відбувається вірогідне збільшення живої маси відповідно на 2,4 г, або на 10,4% ( $P < 0,05$ ) та на 8,2 г, або на 12,9% ( $P < 0,001$ ).

Починаючи з 21-ої доби птиця 2-ої, 3-ої та 4-ої дослідних груп достовірно збільшувала живу масу на 12,4%, 17,9% та 9,5% ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольною групою.

Також, аналогічні зміни живої маси спостерігаються у молодняку 28-денного віку, зокрема перепеленята дослідних груп переважають першу контрольну групу відповідно на 10,1%, 14,2% ( $P < 0,001$ ) та на 5,4% ( $P < 0,05$ ).

У 30-ти денному віці птицю розділили за статтю на самиць і самців. Так, у 35-добовому віці у самиць 2-ої, 3-ої та 4-ої дослідних груп відбувається підвищення живої маси на 9,5 г, або на 4,6% ( $P < 0,01$ ), на 24,5 г, або на 11,8% ( $P < 0,001$ ) та на 14,1 г, або на 6,8% ( $P < 0,001$ ). Разом з тим, самці у 2-ій та 3-ій групах переважали своїх ровесників з контролю на 9,8 г, або на 5,6% та на 25 г, або на 14,4% ( $P < 0,001$ ).

При згодовуванні середньої та максимальної дози досліджуваної кормової добавки жива маса птиці у 42-х добовому віці була найбільшою у самиць 3-ої та 4-ої дослідних груп відповідно на 11,1% ( $P < 0,001$ ) та на 5,4% ( $P < 0,01$ ), водночас самці 3-ої групи за живою масою переважали контроль на 18,5% ( $P < 0,001$ ).

У 49- добовому віці жива маса самиць у 2-ій групі на 16,6 г, або на 5,5% ( $P < 0,01$ ) та у 3-ій групі на 47,7 г, або на 15,9% ( $P < 0,001$ ) була більшою за своїх ровесниць з контролю. Крім того самці 2-ої, 3-ої та 4-ої дослідних груп вірогідно збільшували живу масу відповідно на 6,9 г або на 3,1% ( $P < 0,05$ ), на 43,3 г, або на 19,5% та 13,6 г, або на 6,1% ( $P < 0,001$ ) порівняно до аналогів з контролю.

Встановлено, що на кінець дослідного періоду (56 діб) птиця, якій згодовували різні дози сухого екстракту ехінацеї блідої переважала за живою масою перепелів першої контрольної групи. Так, зокрема найбільша маса була зафіксована у самиць та самців 2-ої, 3-ої та 4-ої дослідних груп і становила відповідно 3,2% ( $P < 0,05$ ), 13,3% , 3,9% ( $P < 0,001$ ) та 5,2% ( $P < 0,01$ ), 19,7%, 10,2% ( $P < 0,001$ ).

Варто зауважити, що використання різних доз досліджуваної добавки у годівлі перепелів протягом усього періоду вирощування підвищує збереженість поголів'я. Виявлено, що найбільша маса була у птиці 2-ої, 3-ої та 4-ої дослідних груп, відповідно на 2%, 4% та 3% порівняно з контрольними аналогами.

Таким чином, дані наших досліджень свідчать, що найбільш ефективною у раціонах перепелів виявилась середня доза (третя група) екстракту ехінацеї блідої, яка в свою чергу у самиць та самців зменшує витрати корму на 1 кг приросту на 0,69 кг та на 0,56 кг та підвищує оплату корму на 19,0% та на 11,8%.

Таким чином, дані наших досліджень свідчать, що найбільш ефективною у раціонах перепелів виявилась середня доза (третя група) екстракту ехінацеї блідої, яка в свою чергу у самиць та самців зменшує витрати корму на 1 кг приросту на 0,69 кг та на 0,56 кг та підвищує оплату корму на 19,0% та на 11,8%.

Таблиця 3

## Витрати кормів та оплата корму приростом у перепелів, кг

Група		Витрата комбікормів, кг				На 1 кг приросту		Оплата корму приростом	
		за період досліджу		на одну голову		Всього, кг	± до контролю	Всього, корм.од.	± до контролю
		Всього	± до контролю	всього	± до контролю				
1–контрольна	самиці (n=25)	36,4	-	1,45	-	4,62	-	0,21	-
	самці (n=25)	32,2	-	1,28	-	5,77	-	0,17	-
2–дослідна	самиці (n=25)	35,9	-0,5	1,43	-0,02	4,41	-0,21	0,22	+0,01
	самці (n=25)	32,8	0,6	1,31	0,03	5,59	-0,18	0,18	+0,01
3–дослідна	самиці (n=25)	35,2	-1,2	1,40	-0,05	3,93	-0,69	0,25	+0,04
	самці (n=25)	35,0	2,8	1,40	0,12	5,21	-0,56	0,19	+0,02
4–дослідна	самиці (n=25)	36,0	-0,4	1,44	-0,01	4,39	-0,23	0,22	+0,01
	самці (n=25)	33,6	1,4	1,34	0,03	5,45	-0,32	0,18	+0,01

**Висновки:**

1. Використання ехінацеї білої у годівлі перепелів сприяє збільшенню живої маси у самиць на 4,1% та у самців на 10,1% за період вирощування.

2. Витрати корму, за період вирощування, знижуються на 1 кг приросту у самиць на 0,56 кг та у самців на 0,23 кг за період вирощування при споживанні сухого екстракту ехінацеї білої.

**Список використаної літератури**

1. Begma A. & Begma L. (2011). Poluchenie i ispolzovanie v zhyvotnovodstve novih fitopreparatov na osnove ehinatsei purpurnoy [Obtaining and usage of new herbal medicines in livestock based on Echinacea Purpurea]. *Veterinariya selskohozyaystvennyih zhyvotnyih. – Veterinary of farm animals*. No. 8. pp. 49 – 50. [in Russian].

2. Burkat, V.P., Begma, L.A. & Begma A.A. (1998) Novyye preparaty, sozdannyye na osnove ehinatsei purpurnoy, i ih ispolzovanie v zhyvotnovodstve [New drugs created on the basis of Echinacea purpurea, and their use in animal husbandry.]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Izuchenie i ispolzovanie ehinatsei»*. – *Proceedings of the international scientific conference Research and Use of Echinacea*. Poltava. pp. 105 – 107. [in Russian].

3. Pospelov, S.V., Samorodov, V.N., Dyakonova Ya.V. et. al. (2007) Ontomorfologiya i fitohimiya ehinatsei blednoy (*ECHINACEA PALLIDA* (NUTT.) NUTT.) pri ee introduktsii v Ukrainu [Ontomorphology and phytochemistry of *ECHINACEA PALLIDA* (NUTT.) introduced into Ukraine.] *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy: materialy chetvertoy mezhdunar. konf. – Biological diversity. Plant introduction: materials of the fourth intern. conf.* SPb. pp. 500–501 [in Russian].
4. Samorodov, V. N. & Pospelov, S.V. (2013) Itogi izucheniya i selektsii predstaviteley roda *Echinacea* Moench v Poltavskoy gosudarstvennoy agrarnoy akademii [The results of the research and selection of representatives of the genus *Echinacea* Moench at the Poltava State Agrarian Academy.]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Innovatsionnyie podhodyi k izucheniyu ehinatsei».* – *Materials of the international scientific conference Innovative approaches to the study of Echinacea.* Poltava. pp. 89 – 99 [in Russian].
5. Shteiner, T. (2010). Navishcho kurtsi fitohenni kormovi dobavky? [Why do hens eat phytogetic supplements?]. *Nashe ptakhivnytstvo. – Our poultry farming.* No. 14. pp. 34 – 36. [in Ukrainian].
6. Aituan, M.A. & Wanyu, S.H. (2009). Effects of *Echinacea purpurea* extract on the immunological response to infectious bursal disease vaccine in broilers. Higher Education Press and Springer. Verlag. Vol. 3, No. 4. pp. 452 – 456. [in English].
7. Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnytsvi [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Edited by academician NAAN I.I. Ibatullina Kyiv, Agrarian Science, 2017, p.
8. Prakticheskie metodiki issledovaniy v zhivotnovodstve [Practical methods of research in animal husbandry] Ed. V.S. Kozyr, A.I. Svezhentsov. Dnepropetrovsk: Art Press, 2002. 353 p. [in Russian].
9. Plohinskiy, N.A. (1969). Rukovodstvo po biometrii dlya zootehnikov [Guide for biometrics for livestock] M.: Kolos, 352 p. [in Russian].



НАПРЯМ

6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ  
ВИРОБНИЦТВА ТА  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ  
ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Анна БОЗНЯК<sup>16</sup>,  
студентка 2 курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

ГЕЛЕУТВОРЕННЯ ЗШИТОГО МІКРОБНОЮ ТРАНСГЛУТАМІАЗОЮ  
СОЄВОГО БІЛКА В ПРИСУТНОСТІ РИБОЗИ ТА САХАРОЗИ

*Анотація.* У роботі оцінюється гелеутворення комбіновано оброблених гелів ізоляту соєвого білка (SPI-гелів), отриманих шляхом попередньої перехресної обробки ізоляту соєвого білка (SPI) за допомогою опосередкованих трансглютаміназних  $\epsilon$ -( $\gamma$ -глутаміл)лізинових зв'язків з наступним, індукованим рибозою, «перехресним зшиванням Майяра». Реологічне дослідження показало інше гелеутворення попередньо зшитого трансглютаміназою SPI під час нагрівання в присутності сахарози або рибози та дало вищі значення  $G'$  у комбінованих зшитих зразках порівняно зі зразками без перехресних зв'язків або одноразово оброблених зразків. Крім того, профілі сітчастих і не сітчастих білкових фракцій утвореного гелю відрізнялися. Було запропоновано, що несітчастий білок у нативному SPI стане частиною сітчастого білка після введення перехресних зв'язків, оскільки відбувається утворення додаткових перехресних зв'язків у різних білкових фракціях SPI, що збільшує вміст сітчастого білка.

**Ключові слова:** ізолят соєвого білка, рибоза, сахароза, мікробна трансглютаміназа, реакція Майяра, гелеутворення.

<sup>16</sup>Науковий керівник – Морозова Л.П., к. хім. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва, переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

**Annotation.** *The paper evaluates the gelation of combined processed soy protein isolate gels (SPI-gels) obtained by pre-cross-treatment of soy protein isolate (SPI) using transglutaminase-mediated  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamyl)lysine linkages followed by ribose-induced "cross-linking Maillard stitching". A rheological study showed a different gelation of transglutaminase-pre-crosslinked SPI when heated in the presence of sucrose or ribose and gave higher  $G'$  values in the combined cross-linked samples compared to the non-cross-linked or single-treated samples. In addition, the profiles of reticulated and non-reticulated protein fractions of the formed gel differed. It has been proposed that the non-reticular protein in native SPI becomes part of the reticular protein after the introduction of cross-links, as additional cross-links are formed in the various protein fractions of the SPI, increasing the reticular protein content.*

**Key words:** *soy protein isolate, ribose, sucrose, microbial transglutaminase, Maillard reaction, gelation.*

**Вступ.** Молекулярна кухня – це нове слово в кулінарії. Усі про неї чули, але достеменно не знають що це. Одні стверджують, що якщо там присутні хімічні процеси, то це шкідливо. Інші, більш усвідомлені у цій справі, знають, що це приготування їжі за допомогою різних фізико-хімічних процесів і жодної шкоди організму не завдає. Термін «молекулярна гастрономія» був ужитий у 1988 році фізиком з Оксфорда Ніколасом Курті та французьким хіміком Національного інституту сільськогосподарських досліджень Ерве Тісом. Про такий вид гастрономії почули ще в 1992 роках і з того часу молекулярна кухня стала невід’ємною частиною багатьох відомих та дорогих ресторанів. Сучасна Європа рясніє «зоряними» ресторанами, які пропонують спробувати молекулярні чудеса на тарілці. Найбільш відомі з них – іспанський «EL BULLI», англійський «THE FAT DUCK», французький «PIERRE GAGNAIRE». В Америці молекулярна кухня подається в чиказькому ресторані «ALINEA», нью-йоркському «ROOM 4 DESSERT» або каліфорнійському «THE FRENCH LAUNDRY». Творці молекулярної кухні вважають її кухнею майбутнього. Проте молекулярна кухня складна, важка та дороговартісна. Це – висока кухня для оцінювачів високих смаків та нових страв.

Молекулярна кухня – це сучасний стиль приготування їжі. Тобто це кардинальні зміни в структурі та вигляді страв. З допомогою сучасних технологій можна розкласти будь-який продукт на молекули та створити унікальне смакове поєднання. Вона вивчає хімічні реакції, які відбуваються в продуктах. Для цього потрібна велика кількість спеціального обладнання, хімічних сполук, що дозволяє реконструювати компоненти або створювати нові. Така гастрономія не зашкодить організму людини, не дивлячись на велику кількість хімічних процесів, до того ж, смак страви залишиться незмінним, лише в іншому розмірі та консистенції. Страви молекулярної кухні ніколи не смажать, що однозначно є плюсом такого приготування.

В наш час у молекулярній кухні широкого використання набули наступні інгредієнти:

- гелеутворюючі агенти, такі як метилцелюлоза;
- цукрозамінники;
- емульгатори, такі як соєвий лецитин та ксантанова камідь;
- антипригарні засоби;
- ферменти, наприклад, трансглютаміназа – білкове сполучне, також зване «м'ясним клеєм»;
- двоокис вуглецю, для додавання бульбашок і спінювання;
- гідроколоїди, такі як крохмаль, желатин, пектин і натуральні смоли, використовуються як загусники, гелеутворюючі агенти, емульгатори і стабілізатори, іноді необхідні для спінювання.

Трансглютаміназа (ТГ) – фермент, що сприяє утворенню термостійкого ковалентного зв'язку між вільною аміногрупою (білково-пептидно-зв'язаний лізін) та гамма-карбоксамідною групою білково- та пептидно-зв'язаного глутаміну. Іншими словами, ТГ пов'язує білкові молекули, утворюючи нові зв'язки між амінокислотами. Молекули білка залишаються міцно прошитими при подальшому заморожуванні, подрібненні та високотемпературній термообробці. Фермент має особливо високу стійкість до окислення.

ТГ належить до сімейства ферментів, які дозволяють «склеювати» м'язові тканини — тобто об'єднувати в одну масу шматки протеїну, скажімо, риби або м'яса. Саме за допомогою ТГ у харчовій промисловості виготовляють фальшиві креветки та крабові палички із сурімі — перемеленої та відтисненої рибної маси. Вона використовується при виготовленні японської гречаної локшини, а крім того, ці ж ферменти приймають участь у процесі згортання крові. Вперше фермент виділили та вивчили в Японії у 1959-му, а зараз її використовують не лише для виробництва крабових паличок, а і в ресторанах молекулярної кухні. Незважаючи на дику, з точки зору традиціоналіста, історію використання та малоприємну назву, від ТГ немає ніякої шкоди. Це всього лише каталізатор, що безпосередньо не приймає участі у самому процесі готування, і це не хімія — її отримують за допомогою ферментації живих клітин. У свою чергу, їжа, важливу роль у якій грають ферменти, відома людям здавна — візьмемо для прикладу соєвий соус та місо суп. Головним популяризатором ТГ був Хестон Блюменталь, рекламуючи її колегам у якості ідеального «м'ясного клею» без побічних ефектів.

Метою цієї роботи було дослідження гелеутворення ізоляту соєвого білка (SPI) з точки зору гелеутворюючої здатності, реологічних властивостей сітчастого/несітчастого білка, утвореного в результаті комбінованих обробок поперечного зшивання з використанням мікробної трансглютамінази з подальшим нагріванням з рибозою, яка індукує «зшивання Майяра».

**Виклад основного матеріалу.** Об'єктом дослідження обрано фермент бактеріальну трансглютаміназу. Це нешкідливий фермент, який допомагає «склеювати» м'язові тканини. Трансглютаміназа – це лише каталізатор, який

отримують за допомогою ферментації живих клітин. Він не бере участі у самому процесі готування. До основних показників ефективності цього ферменту відносять вологозв'язуючу, водо- та жирутримуючу здатність, а також покращення структурно-механічних властивостей харчової продукції. Трансглютаміназа міцно пов'язує окремі частини (шматочки) м'ясної сировини, ефективно утримуючи м'ясний сік і вологу, що додатково вноситься.

Для дослідження був взятий ізолят соєвого білка (SPI) комерційного сорту із вмістом білка 90% та індексом розчинності азоту 88%. Інші складові:  $\text{Ca}^{2+}$ -незалежна мікробна трансглютаміназа (ACTIVA TG-K) з наступними характеристиками: вологість (<8,0%), зола (<6,0%) і жир (<0,7%); D-(-)-рибоза - новий нутрицевтичний інгредієнт [1], також відомий своєю високою реакційною здатністю з точки зору реакції з білком за допомогою реакції Майяра [2] і своєю здатністю зшивати білки [3].

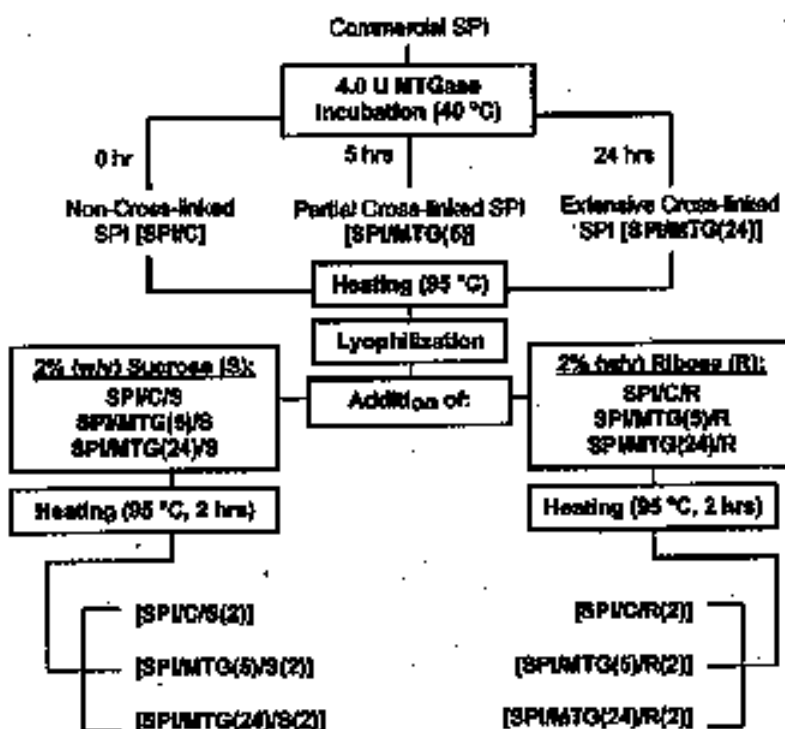


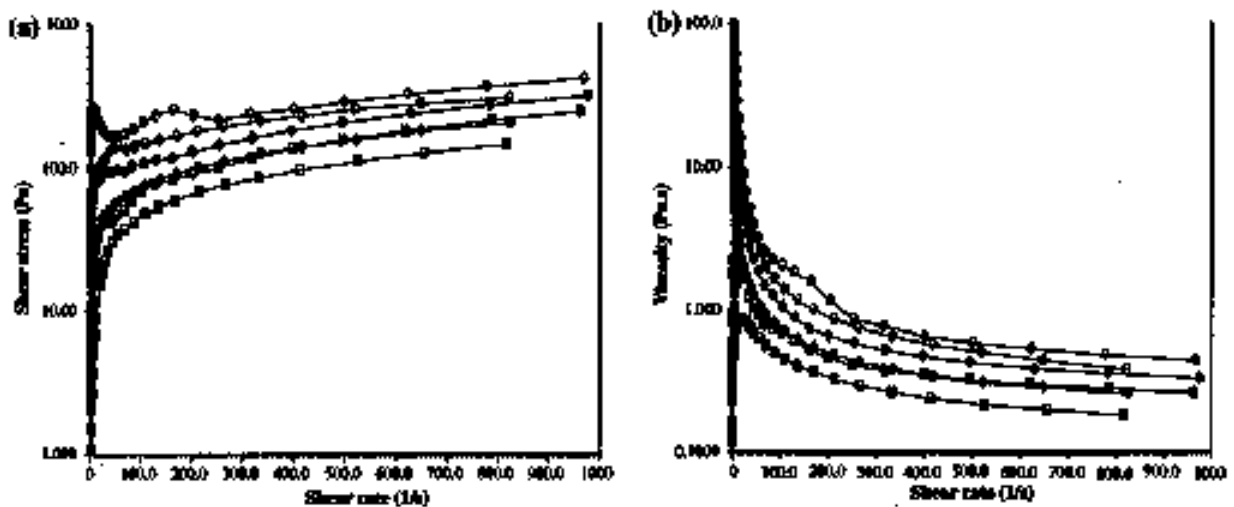
Рис. 1. Опис результатів обробки зразків та їх позначення

Перехресне зшивання Майяра. ТГ-інкубовані (SPI/MTG(5) або SPI/MTG(24)) та неінкубовані SPI (SPI/C) дисперсії (0,1 г/мл) з 2% (маса/об'єм) рибози або 2% (маса/об'єм) сахарози (як контроль) готували та піддавали нагріванню при 95 °C протягом 2 годин на водяній бані. Потім суміші охолоджували до кімнатної температури в проточній воді. Утворені гелі зберігали в холодильнику при ~2 °C протягом ночі перед аналізом. Результат обробки зразків та їх позначення підсумовано на рис. 1. Визначення та описи зразків: SPI/C/S(2): інкубований зразок без ТГ, який нагрівається з 2% (мас./об.) розчином сахарози протягом 2 годин; SPI/MTG(5)/S(2): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 5 годин), нагрітий з 2% (мас./об.) розчином сахарози

протягом 2 годин; SPI/MTG(24)/S(2): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 24 годин), нагрітий з 2% (мас./об.) розчином сахарози протягом 2 годин; SPI/C/R(2): інкубований зразок без ТГ, нагрітий з 2% (мас./об.) розчином рибози протягом 2 годин; SPI/MTG(5)/R(2): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 5 годин), нагрітий з 2% (мас./об.) розчином рибози протягом 2 годин; SPI/MTG(24)/R(2): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 24 годин), нагрітий з 2% (мас./об.) розчином рибози протягом 2 годин.

Проведене раніше дослідження [4] показало, що комбінована обробка покращила гелеутворювальні властивості гелів SPI за рахунок збільшення міцності гелю при стисканні, властивостей в'язкопружності ( $K_1$  і  $K_2$ ), твердості ( $E_a$ ) і зниження деформації порівняно з однократно обробленими або контрольними гелями (гелі, одержані без обробки зшиванням). Однак були виявлені різну морфологію гелю, оскільки час інкубації ТГ подовжувався. Таким чином, було досліджено вплив попередньої інкубації ТГ на поведінку частинок SPI до індукованого рибозою «перехресного зшивання Майяра».

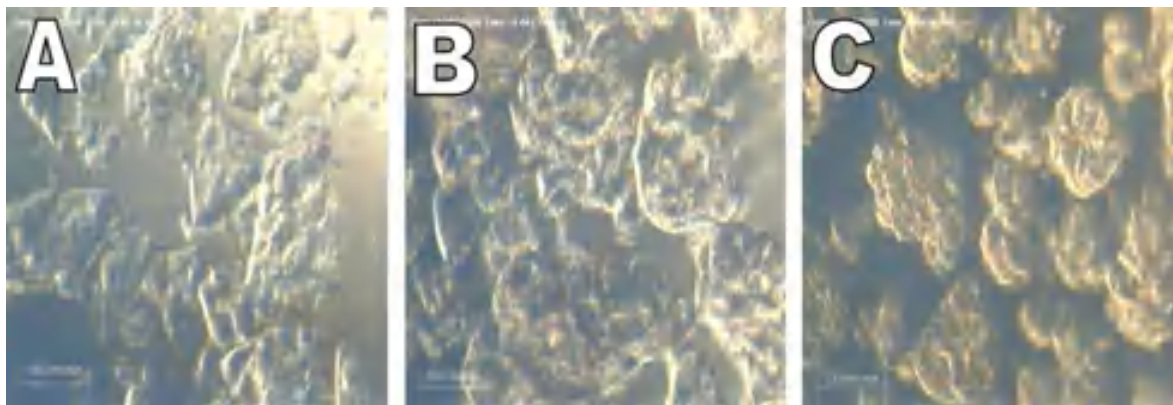
На рис. 2а і 2б показано, що ці зразки демонстрували тіксотропну поведінку (потоншення при зсуві), а SPI/MTG(5) дав найвищу в'язкість, за якою слідували SPI/C і SPI/MTG(24).



**Рис. 2. Поведінка потоку [(a) напруга зсуву - швидкість зсуву та (b) в'язкість - швидкість зсуву] суспензії SPI/C, SPI/MTG(5) та SPI/MTG(24) у концентрації 15% (мас./об.) після витримування протягом 24 год. Визначення та опис зразків: SPI/C: інкубований зразок без ТГ. SPI/MTG(5): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 5 годин). SPI/MTG(24): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 24 годин).**

Змінні, що впливають на реологічну поведінку білкової суспензії, включають молекулярний розмір, форму, конформацію, взаємодію білок-розчинник, гідродинамічний об'єм і молекулярну гнучкість у гідратованому стані [6, 7]. У концентрованій білковій суспензії «взаємодіючий об'єм» гідратованого білка відіграє важливу роль у в'язкості, що включає ефект гідродинамічної та/або потенційної взаємодії. Коли концентрація білка зростає

до характерної концентрації, інтерактивний об'єм вступає в контакт, а подальше скупчення ущільнює «інтерактивний об'єм» [7].



**Рис. 3. Мікроструктура суспензій (A) SPI/C, (B) SPI/MTG(5) і (C) SPI/MTG(24) у концентрації 15% (маса/об'єм) спостерігалася при 100-кратному збільшенні. Визначення та опис зразків: SPI/C: інкубований зразок без ТГ. SPI/MTG(5): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 5 годин). SPI/MTG(24): інкубований зразок з ТГ (інкубований протягом 24 годин).**

Спостерігаючи під мікроскопом (рис. 3), білки в SPI/C демонстрували неправильну форму частинок. Ця зміна частинок білка стала результатом нагрівання та процесу подрібнення, що призводить до набухання та розпаду частинок білка, відповідно, під час приготування порошкоподібних зразків.

Здається, що частково зшиті зразки (SPI/MTG(5)) зберігають роздуту кулясту форму. Це може бути пов'язано з утворенням ТГ-азного перехресного зв'язування в SPI, яке протистояло розкриттю ланцюга, як повідомляють [8]. Ці набряклі частинки зразка SPI/MTG(5) дали більший інтерактивний об'єм і таким чином підвищили в'язкість суспензії. Більш помітний ефект спостерігався в SPI/MTG(24), який пройшов тривалу інкубацію (тобто інтенсивне зшивання), і зберіг компакту кулясту форму без або з незначним набуханням. В'язкість суспензії, що містить більші агрегати, вища, ніж суспензії, що містить дрібні частинки, і ефект гістерезису більш виражений [7].

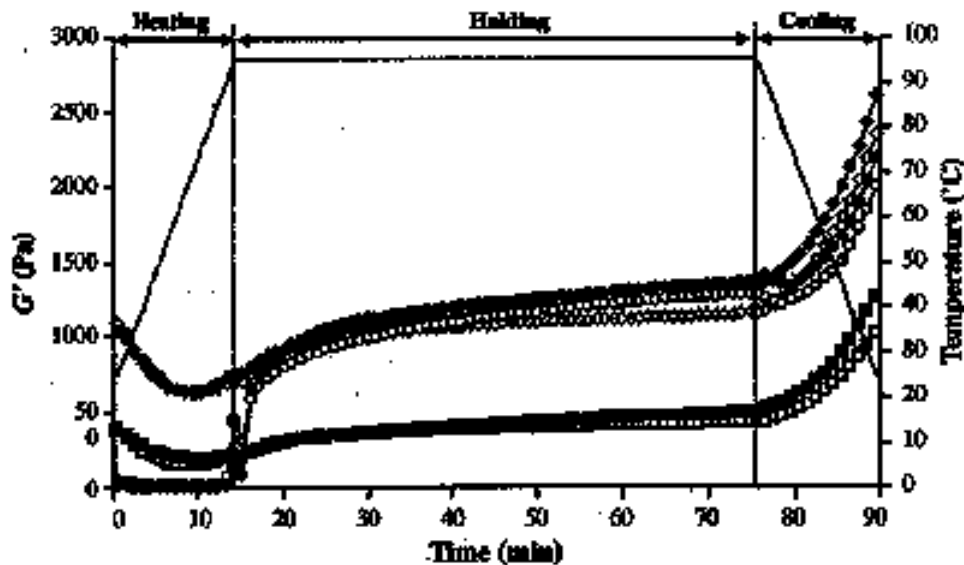
Однак розмір частинок не є єдиним фактором, відповідальним за високу в'язкість і ефект гістерезису. Це також залежить від форми частинок і взаємодії між частинками. У SPI/C спостерігалася порушення розміру та форми частинок.

Це могло б пояснити відмінності між SPI/MTG(5) і SPI/C, через що останній отримав нижчу в'язкість.

З іншого боку, тривала інкубація з ТГ знизил в'язкість зразка (SPI/MTG(24)). Автори [9] показали, що  $\beta$ -лактоглобулін, зшитий ТГ, містить внутрішньомолекулярні зв'язки, які перешкоджають розгортанню молекул при нагріванні, отже, припускають компакту природу полімеризованих молекул SPI, що призводить до меншого гідродинамічного об'єму. Крім того, їх дослідження показало, що формування каталізованих ТГ  $\epsilon$ -( $\gamma$ -глутаміл)лізинових зв'язків послаблює гідрофобну взаємодію через стеричну

перешкоду та утворення компактних молекул, що обмежує експозицію гідрофобних фрагментів. Таким чином, компактні білкові структури обмежують гідрофобні залишки у внутрішній частині агрегатів і запобігають гідрофобній асоціації.

Були отримані результати в ході аналізу гелеутворюючої здатності, гелеутворення SPI/C, SPI/MTG(5) і SPI/MTG(24) у присутності сахарози (S) або рибози (R) під час циклу «нагрівання–витримування–охолодження» з використанням тесту коливань малої деформації (тобто зміни температури).



*Рис. 4. Зміни  $G'$  у зразках SPI/C/S, SPI/C/R, SPI/MTG(5)/S, SPI/MTG(5)/R, (s) SPI/MTG(24)/S та (d) SPI/MTG(24)/R у концентрації 15% (мас./об.) у циклі «нагрівання–витримування–охолодження» (нагрівання від 25 °C до 95 °C при 5 °C/хв; витримка при 95 °C протягом 1 год; охолодження від 95 °C до 25 °C при 5 °C/хв). Усі зразки тестували при частоті 1 Гц і деформації 0,05%. Лінія показує температуру в залежності від часу.*

На рис. 4 показано часово-температурні профілі гелеутворення для різних зразків SPI. Білкові суспензії нагрівали від 25 °C до 95 °C, потім витримували при 95 °C протягом 1 години і згодом охолоджували до 25 °C, при якій реєстрували модуль зберігання ( $G'$ ) як функцію часу нагрівання.

**Висновки.** Результати цього дослідження дають змогу прогнозувати фізико-хімічні властивості складних харчових систем, що містять трансглютаміназу. Отримані результати можуть знайти застосування в технологіях харчової промисловості, хімії та молекулярної біології. Дослідження процесу гелеутворення ізоляту соєвого білка (SPI) з використанням мікробної трансглютамінази з подальшим нагріванням з рибозою є важливим для молекулярної біології та нутріціології, оскільки воно допомагає зрозуміти ефективність цього ферменту у відношенні вологозв'язуючої, водо- та жирутримуючої здатності, а також покращення структурно-механічних властивостей харчової продукції нового покоління. Отримані результати матимуть велике значення для створення нових

технологій і сполук, які можуть бути корисними для вирішення проблем у харчовій галузі.

### Список використаної літератури

1. Hellsten, Y., Skadhauge, L., & Bangsbo, J. Effect of ribose supplementation on resynthesis of adenine nucleotides after intermittent training in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 2004. № 286. P. 182–188.
2. Ashoor, S. H., & Zent, J. B. Maillard browning of common amino acids and sugars. *Journal of Food Science*. 1984. №49. P. 1206–1207.
3. Graham, L. A comprehensive survey of the acid-stable fluorescent cross-links formed by ribose with basic amino acids, and partial characterization of a novel Maillard cross-link. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1996. № 1297. P. 9–16.
4. Gan, C. Y., Cheng, L. H., & Easa, A. M. Physicochemical properties and microstructures of soy protein isolate gels produced using combined cross-linking treatments of microbial transglutaminase. *Food Research International*. 2008. № 41. P. 600–605.
5. Gan, C. Y., Cheng, L. H., Easa, A. M. Assessment of cross-linking in combined cross-linked soy protein isolate gels by microbial transglutaminase and Maillard reaction. *Journal of Food Science*. 2009. № 42. P. 1373-1380.
6. Damodaran, S. Amino acids, peptides, and proteins. In W. R. Fennema (Ed.). *Food chemistry*. 1996. New York: Marcel Dekker, Inc. P. 335–365.
7. Rha, C., & Pradipasena, P. Viscosity of proteins. In J. R. Mitchell & D. A. Ledward (Eds.). *Functional properties of food macromolecules*. 1986. Elsevier Applied Science Publisher Ltd. P. 79–120.
8. Tang, C. H., Chen, Z., Li, L., & Yang, X. Q. Effects of transglutaminase treatment on the thermal properties of soy protein isolates. *Food Research International*. 2006. № 39. P. 704–711.
9. Tanimoto, S. Y., & Kinsella, J. E. Enzymatic modification of proteins: Effects of transglutaminase cross-linking on some physical properties of  $\beta$ -lactoglobulin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1988. № 36. P. 281–285.



**Анастасія МЕЛЬНИК<sup>17</sup>,**  
студентка 4 курсу,  
факультет технології виробництва, переробки  
та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ФЕРМЕНТАЦІЯ КОМБУЧІ: ТРАДИЦІЙНІ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА**

***Анотація.** У статті розповідається про корисний напій – комбучу, його короткий опис, історію та популярність у сучасному світі. Наведено значення комбучі в сучасній харчовій промисловості та зростання інтересу до ферментованих продуктів. У статті розглядається аналіз традиційних і сучасних методів виробництва комбучі та їх вплив на властивості кінцевого продукту. Описано основні етапи приготування напою, його інгредієнти та хімічні процеси, що відбуваються під час бродіння. Описано вплив чайного гриба на людину, включаючи потенційні переваги для здоров'я, такі як покращення роботи шлунково-кишкового тракту, антиоксидантна активність і підтримка імунної системи. Також наводяться можливі ризики та протипоказання до споживання чайного гриба, а також важливість дотримання правил його приготування та зберігання.*

***Ключові слова:** комбуча, ферментація, чайний гриб, технологія*

***Annotation.** The article talks about a healthy drink – kombucha, its brief description, history and popularity in the modern world. The importance of kombucha in the modern food industry and the growing interest in fermented products are given. The article examines the analysis of traditional and modern methods of kombucha production and their influence on the properties of the final product. The main stages of preparation of the drink, its ingredients and chemical processes occurring during fermentation are described. Kombucha has been studied for its effects on humans, including potential health benefits such as improved gastrointestinal function, antioxidant activity, and immune system support. Possible risks and contraindications to kombucha consumption are also discussed, as well as the importance of following the rules for its preparation and storage.*

***Keywords:** kombucha, fermentation, tea, technology*

***Вступ.** Комбуча (чайний гриб) — чайний напій, який з кожним роком набирає все більшої популярності. Купити такий напій в пляшках з різними смаками можна в багатьох продуктових магазинах або приготувати самостійно*

---

<sup>17</sup>Науковий керівник – Коляновська Л.М., к. т. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

вдома. Маючи чудовий освіжаючий смак, чайний гриб може добре вплинути на ваше здоров'я та бути хорошим джерелом пробіотиків і антиоксидантів. Процес ферментації сприяє виробленню корисних бактерій (пробіотиків), які покращують мікробіоту кишечника. Таким чином, травлення покращується, симптоми синдрому подразненого кишечника зменшуються, а загальний комфорт травлення підвищується. Під час бродіння виробляються природні ферменти, які допомагають розщеплювати їжу та полегшувати процес травлення. Комбуча, навпаки, містить антиоксиданти, які захищають клітини від пошкоджень, викликаних вільними радикалами, і зміцнюють імунну систему, а також корисні кислоти, такі як оцтова, глюконова та глюкуронова, які мають антибактеріальні властивості та допомагають боротися з патогенними бактеріями.

**Виклад основного матеріалу.** Комбуча (рис.1) готується шляхом додавання симбіотичної культури бактерій і дріжджів – SCOBY – до завареного чорного або зеленого чаю з цукром, який піддається ферментації. Багато брендів додають карбонізацію чайного гриба чайного гриба для отримання шипучих характеристик, подібних до властивостей газованої води. Чайний гриб комбуча, який виник приблизно в 200 році до нашої ери в північно-східному Китаї, є харчовим грибом, який спочатку споживали через його лікувальні властивості. Комбуча набула популярності, поширилася по всій Україні, в інших частинах Східної Європи та Німеччини, та у Сполучених Штатах на початку 21 століття. Сьогодні він є практично в кожному продуктовому магазині [2].

Завдяки процесу бродіння напою, багатому пробіотичними речовинами, чайний гриб вважається надзвичайно корисним. Ще одна додаткова перевага полягає в тому, що комбуча є напоєм на основі чаю. Його можна заварювати з будь-яким чаєм, а також білим, чорним, улуном і зеленим; але крім того, дослідження довели, що комбуча із зеленого чаю корисніша за інші. Як і багато інших ферментованих продуктів, чайний гриб є хорошим джерелом пробіотиків.



*Рис. 1. Чайний гриб.*

Це можна описати як стан, коли бактерії та дріжджі позитивно впливають на здоров'я. Споживання продуктів, нативно багатих на пробіотики, таких як чайний гриб, кімчі, квашена капуста та кефір, може підтримувати мікробну різноманітність шлунково-кишкового тракту, оскільки це впливає на здоров'я імунної системи, адже приблизно 70-80% клітин імунітету знаходяться в кишечнику. Здоров'я ШКТ також сприяє здоровому імунітету, оскільки він забезпечує регулярне виведення перетравленої їжі та когнітивні функції [1].

Хімічний склад та енергетична цінність напою комбуча доводять його біологічну цінність (рис.2).

Комбуча, виготовлена із зеленого чаю, містить антиоксиданти, так звані поліфеноли, яких багато в зеленому чаї. Вживання зеленого чаю може зменшити кількість хронічних захворювань. Крім того, може покращити когнітивні функції, регулювати рівень цукру в крові та спалювати жир. Продукти та пробіотичні препарати з корисними мікроорганізмами склали основу для функціонального харчування людини.

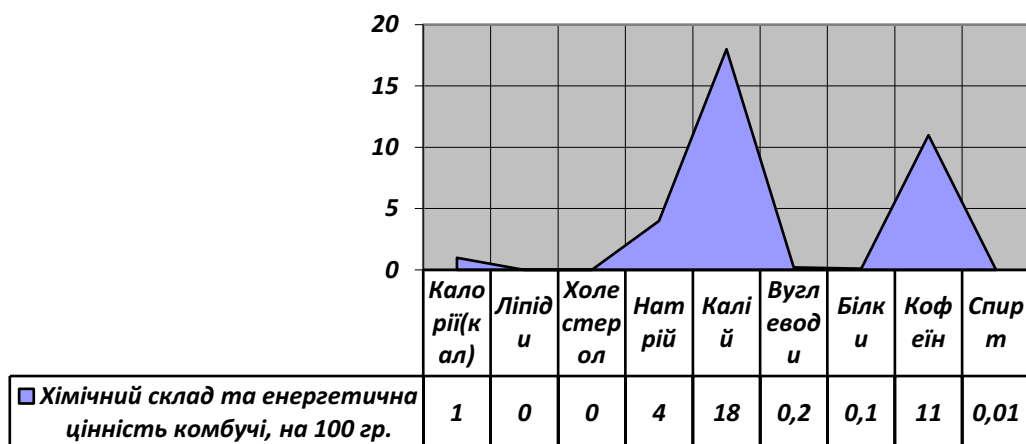


Рис. 2. Енергетична цінність та хімічний склад комбучі.

Всесвітня організація охорони здоров'я, Продовольча та сільськогосподарська організація ООН визначили пробіотики як «живі мікроорганізми, які при введенні в адекватних кількостях сприяють здоров'ю людини». Найчастіше пробіотичні бактерії походять від *Lactobacillus* або *Bifidobacterium* або коктейлів. Кілька поширених пробіотиків – це дріжджі, наприклад *Saccharomyces boulardii*, *S. cerevisiae* та ін. Важливо, що введення пробіотиків є ефективним, якщо в раціоні присутні неперетравлювані продукти (целюлозна клітковина). Пребіотики – харчові інгредієнти, які вибірково стимулюють ріст та активність корисних мікроорганізмів, а разом із пробіотиками ці добавки відомі як синбіотики (поєднання пребіотиків і пробіотиків). Прикладами продуктів, що містять пробіотики, є йогурт, ряжанка соки, ферментований капустяний сік і заварки, такі як комбуча.

Основні етапи домашнього традиційного виробництва комбучі складаються із:

Приготування чаю. Традиційно для приготування чайного гриба використовують чорний або зелений чай. Це тому, що він містить таніни, кофеїн та інші поживні речовини, необхідні для здорового розвитку бактерій і дріжджів у культурі SCOBY. Також можна використовувати білий або трав'яний чай, але зазвичай для кращого балансу потрібно використовувати чорний або зелений чай. Додайте 50-100 г (приблизно 1/4-1/2 склянки) білого цукру в 1 літр води і розчиніть цукор у гарячому чаї, помішуючи ложкою, до повного розчинення. Важливо використовувати звичайний білий цукор, оскільки альтернативні, такі як мед або штучні підсолоджувачі можуть мати негативний вплив на культуру. Дайте чаю охолонути до кімнатної температури (20-25°C). Це важливо, щоб уникнути пошкодження SCOBY.

Для швидшого охолодження потрібно додати холодної води або поставити чайник у велику ємність з холодною водою.

Додавання культури SCOBY. SCOBY (симбіотична культура бактерій і дріжджів): має жовто-помаранчеву желеподібну консистенцію. Потрібно переконатись, що SCOBY чистий і здоровий. Зазвичай він плаває на поверхні та має світло-бежевий або кремовий колір. Невеликі чорні плями (осад) є нормальним явищем, але слід уникати появи плісняви (пухнасті білі, зелені, чорні або сині плями). Слід використовувати скляні банки (наприклад, 3-літрові). Металеві ємності не рекомендуються, оскільки вони вступають в реакцію з кислотами, що утворюються під час бродіння, і можуть негативно вплинути на напій.

У напій додають 10-20% чайного гриба. Таким чином можна створити кисле середовище, яке захищає від патогенних бактерій. [3].

Первинна ферментація – це перша стадія, коли можна приготувати традиційну комбучу з класичним смаком. Вторинна ферментація – це другий етап, на якому комбуча вже без чайного гриба ферментується в пляшці. SCOBY поміщують у банку із приготовленим чаєм, спочатку він може опуститися на дно, але з часом він підніметься на поверхню. Банку накривають чистою тканиною, паперовим рушником або марлею, щоб забезпечити циркуляцію повітря і водночас захистити рідину від пилу, комах та інших забруднень. Ємність потрібно зберігати в темному, теплому місці при температурі 18-25°C, адже прямі сонячні промені пошкоджують SCOBY. Бродіння зазвичай триває 7-14 днів, залежно від бажаного рівня кислотності. Чим довше бродіння, тим кислішим виходить напій (рис. 3).

сподобається, обережно зніміть SCOBY і покладіть його в чистий контейнер з невеликою кількістю рідини для подальшого використання. Готову комбучу зберігають в холодильнику. Охолодження сповільнює ферментацію і зберігає свіжість та карбонізацію. Термін зберігання досить довгий, комбучу можна зберігати в холодильнику кілька місяців, але з часом її смак може змінитися. Традиційні методи виробництва комбучі досить прості, але вимагають уваги до гігієни, температури та часу ферментації для отримання смачного та безпечного напою. Сучасні методи виробництва чайного гриба

включають передові технології, які забезпечують стабільний смак, підвищену безпеку, тривалий термін зберігання та відповідність вимогам масового ринку. Ці методи відрізняються від традиційних підходів, наприклад, використанням більш контрольованих умов ферментації, автоматизацією процесів і введенням додаткових етапів для забезпечення стабільної якості продукції [5].

*Основні етапи виготовлення комбучі на виробничому підприємстві складаються із:*

Сучасне виробництво здійснюється за нормативним документом ДСТУ 4069:2002. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови [7] та починається з повної стерилізації всього обладнання, яке контактує з чайним грибом, включаючи резервуари для ферментації, труби, насоси та фільтри. Це запобігає потраплянню в культуральне середовище сторонніх мікроорганізмів.

Напій повинен мати збалансований кисло-солодкий смак. Якщо він занадто солодкий, ферментація може продовжуватися. Коли напій вам

Використовується очищена вода, а чай і цукор проходять додаткову обробку для знищення потенційно небезпечних бактерій і грибків. Обладнання стерилізується парою високого тиску, ультрафіолетовими та хімічними стерилізаторами. Це стосується всіх поверхонь, що контактують з продуктом, таких як ферментаційні резервуари, шланги, фільтри, насоси та інші компоненти.

Приготування чайної основи. Чайне листя екстрагується у великих асептичних резервуарах за допомогою автоматичної системи контролю температури та часу екстракції. Цукор додається в точно відміряних кількостях за допомогою автоматичної системи зважування. Залежно від рецептури продукту можуть використовуватися альтернативні підсолоджувачі, такі як мед або сироп агави.

Використовуються стандартні культури SCOBY, вирощені в контрольованих лабораторних умовах. Багато виробників розробили власні штами бактерій і дріжджів, щоб забезпечити характерний смак і аромат своєї продукції. Автоматичний дозатор додає SCOBY в охолоджену чайну основу, забезпечуючи правильну кількість живильного середовища і стартового розчину (старого чайного гриба). Сучасні виробники вирощують власні штами SCOBY у своїх лабораторіях і генетично відбирають штами з найкращими органолептичними властивостями (смак, аромат і текстура). Штами можуть бути адаптовані для швидшого бродіння, нижчого вмісту алкоголю або унікального смаку [4].

Культури зберігаються в контрольованих умовах для забезпечення стабільності та відтворюваності. Додавання SCOBY до чайної основи відбувається в спеціальній стерильній зоні, щоб мінімізувати ризик забруднення. Система автоматизації гарантує, що культура і стартові розчини дозуються точно в потрібних кількостях.

Ферментація відбувається в промислових резервуарах з нержавіючої сталі або спеціальних пластикових контейнерах, які відповідають вимогам харчової

безпеки. Температура і вологість суворо контролюється для досягнення оптимальних умов для росту SCOBY.

Весь процес ферментації зазвичай займає від 7-21 день. Протягом цього часу постійно контролюється рН, температура, вміст етилового спирту та концентрація цукру, для того щоб забезпечити досягнення необхідних параметрів. На деяких виробництвах використовують методи мікроаерації, коли під час ферментації додають невелику кількість кисню, щоб контролювати ріст бактерій і дріжджів.

Використання спеціальних ферментаторів допомагає підтримувати рівномірний розподіл температури і постійне перемішування культурального середовища, що сприяє рівномірному розвитку SCOBY і покращує смак продукту. Після бродіння напій часто фільтрують, щоб видалити осад, великі частинки SCOBY та інші дріжджі. Фільтрація може бути механічною або ультрафільтрацією, що дозволяє продукту зберегти максимум корисних властивостей.

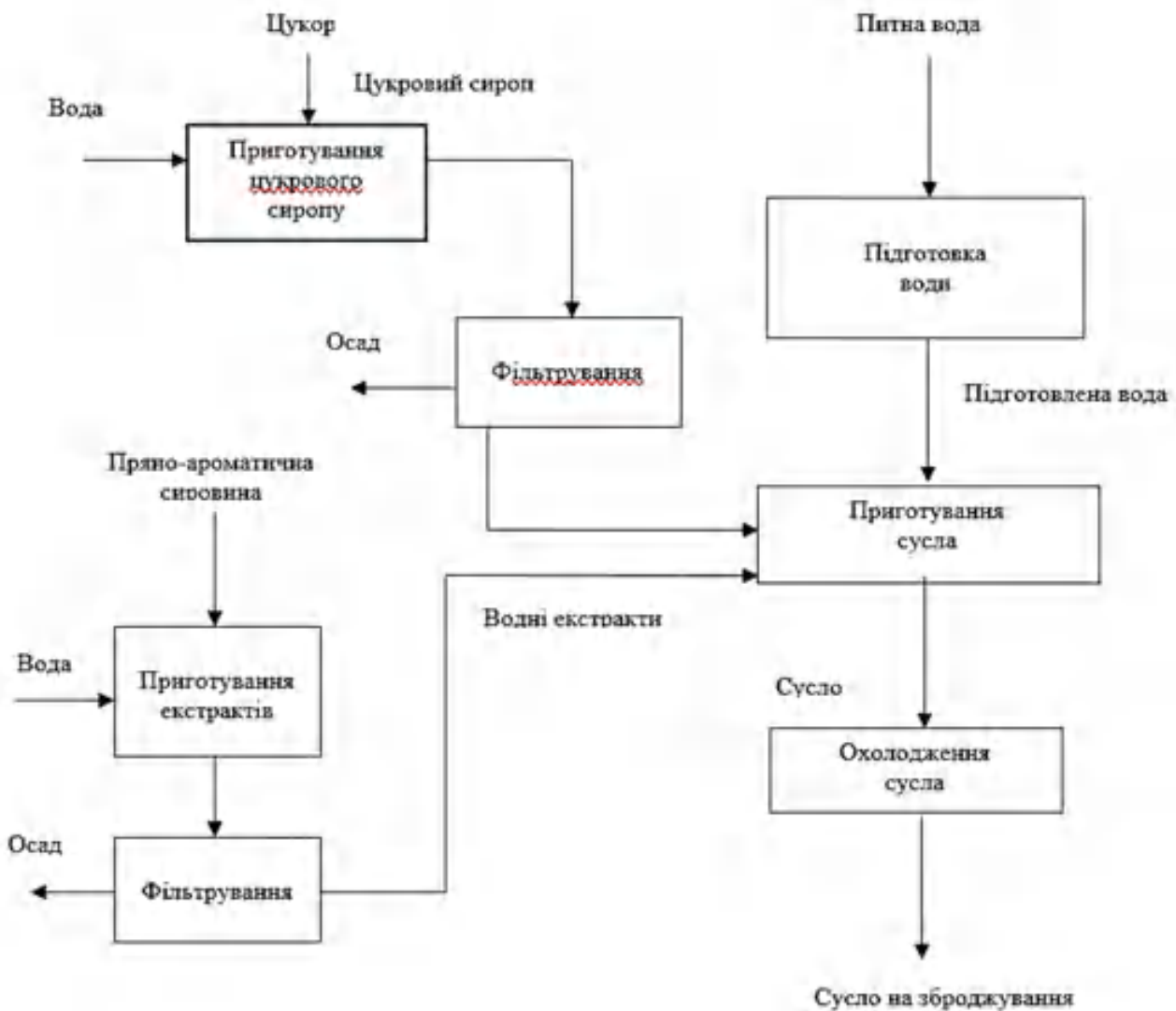


Рис. 3. Принципова технологічна схема приготування сусла для зброджування комбучі

Деякі виробники пастеризують чайний гриб, щоб збільшити термін його зберігання та мінімізувати вміст алкоголю. Це відбувається шляхом нагрівання продукту до певної температури (зазвичай 70-80°C) протягом короткого часу. Механічна фільтрація (через сітку або тканину) використовується для видалення осаду, частинок SCOBY і дріжджів. Деякі виробники використовують ультрафільтрацію або мікрофільтрацію для видалення мікроорганізмів, зберігаючи корисні компоненти.

Ультрафільтрація також допомагає продовжити термін зберігання продукту, зменшуючи ризик повторного бродіння в пляшці. Короткочасне нагрівання (зазвичай 70-80°C) для знищення патогенних мікроорганізмів і дріжджів, які спричиняють небажане бродіння. Пастеризація допомагає забезпечити стабільність при зберіганні, але може змінити смак і зменшити вміст корисних пробіотиків.

Технологи використовують пастеризацію або обробку під високим тиском як альтернативу пастеризації. До відфільтрованого чайного гриба додають натуральні екстракти, фрукти, трави та спеції, щоб надати додаткового смаку. Це робиться в асептичних умовах, щоб запобігти забрудненню продукту. Другий етап ферментації відбувається в герметичних умовах і передбачає газування напою шляхом регулювання кількості доданого цукру та фруктового соку, а також додавання вуглекислого газу. Автоматичні лінії розливу використовуються для забезпечення швидкого та безпечного наповнення пляшок і банок. Рівні наповнення, закупорювання та етикетування контролюються комп'ютеризованими системами.

Використовуються різні види упаковки, включаючи скляні пляшки та алюмінієві банки. Після розливу продукт упаковується в коробки або палети для транспортування. За необхідності використовуються методи відстеження партій. Пляшки герметично закриваються і проходять контроль якості на відсутність витоків, рівень заповнення та зовнішній вигляд. Продукція проходить ретельне тестування в лабораторіях, включаючи визначення вмісту алкоголю, рН, концентрації цукру та мікробіологічний аналіз для виявлення потенційно шкідливих мікроорганізмів. Контроль якості також включає дегустації для перевірки смакових якостей кожної партії. Протягом усього виробничого процесу чайний гриб перевіряють на вміст алкоголю, рН, вміст цукру та наявність патогенних мікроорганізмів. Традиційні та сучасні методи виробництва чайного гриба мають свої переваги та недоліки. Вибір методу залежить від багатьох факторів, включаючи обсяг виробництва, вимоги до стабільності продукту, потреби ринку, ресурси та обладнання. [6].

*Плюси та мінуси традиційного методу:* традиційні методи передбачають мінімальну обробку, щоб зберегти «живий» продукт з максимальною кількістю пробіотиків та ензимів. Напій виробляють у невеликих масштабах, а інвестиції в технології мінімальні, що робить його вигідним для малих виробників та домашніх умов та здійснюється вручну, що полегшує ферментацію на основі органічних характеристик (смак, аромат, текстура). Мінімальне використання

енергії та хімікатів у процесі виробництва робить його привабливим для екологічно свідомих споживачів, але важко забезпечити стабільну якість від партії до партії, оскільки це робиться вручну і немає суворих стандартів. Без пастеризації або фільтрації ферментація продовжується в пляшці, що призводить до скорочення терміну зберігання і потенційно вищого вмісту алкоголю. Відсутність асептичних умов і контрольованих методів збільшує ризик забруднення сторонніми мікроорганізмами, що може зробити продукт небезпечним для споживання. Необхідність ручного контролю та тривалий час ферментації ускладнюють масове виробництво традиційними методами.

*Плюси та мінуси сучасного методу виробництва:* Автоматизовані системи контролю якості та використання асептичного обладнання зменшують ризик забруднення та забезпечують стабільність продукції. Нові технології дозволяють експериментувати з різними смаками та рецептами для різних ринків, але зменшення кількості пробіотиків, пастеризація та обробка під високим тиском можуть знищити частину корисних бактерій, зменшуючи потенційну користь для здоров'я. Сучасні методи вимагають значних інвестицій в обладнання, технології та навчання персоналу. Деякі споживачі можуть відчутися різницю у смаку між традиційним живим чайним грибом і пастеризованим продуктом. Використання автоматизованих систем та обладнання може вимагати більше енергії, що знижує стійкість виробництва.

**Висновки.** Обидва методи виробництва мають свої певні переваги та недоліки. Вибір між ними залежить від конкретних цілей виробника, ринку та ресурсів. Для малих виробників і крафтових брендів традиційні методи можуть бути більш прийнятними через менші витрати на обладнання, можливість створювати унікальні продукти та підкреслювати автентичність, а для великих виробництв і масових ринків сучасні методи виробництва є більш привабливими завдяки стабільності, безпечності, довшому терміну зберігання та можливості масового виробництва.

Для спеціальних ринків, наприклад, органічних та екологічно свідомих споживачів: традиційні методи виробництва можуть мати перевагу з точки зору натуральності продукту та мінімальної обробки.

### Список використаної літератури

1. Вітряк О. П. Технологічні аспекти використання пряно-ароматичної сировини у технології напоїв. *Проблеми екологічної біотехнології*. № 2. 2014. С. 13-26. URL : <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/7463>
2. Гаврилишин В. В. Дослідження можливостей поліпшення споживних властивостей чайних напоїв. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. Наук. Праць*. 2008. №1. С. 138–141.
3. Дібровська Н. В. Технологія холодних напоїв із дикорослою сировиною оздоровчого призначення. *Вісник Національного університету ХПІ. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях*. 2012. №26. С. 164–168.



4. Карпутіна М. В., Харгелія Д. Д. Нешкідливі технології у виробництві безалкогольних напоїв з натуральної рослинної сировини. *Наукові пр. НУХТ*. 2016. Т. 22, № 6. С. 220–227.

5. Лікарські рослини. Енциклопедичний довідник ; за ред. А. М. Гродзінського. Київ : Укр. Енциклопедія, 1992. 544 с.

6. Прибильський В. Л., Романова З. М., Сидор В. М., Цед О. О. та ін. Технологія безалкогольних напоїв : підруч. ; за ред. Докт. Техн. Наук., проф. В. Л. Прибильського. Київ : НУХТ, 2014. 310 с.

7. ДСТУ 4069:2002. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови: Чинний від 2002-10-01. К.: Держспоживстандарт України. 2002. 69 с.

**Аліна СОЛТАНОВСЬКА<sup>18</sup>**,  
студентка 2 курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **БЕЗЛАКТОЗНА ПРОДУКЦІЯ, ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА**

***Анотація.** Повноцінне та здорове харчування відносяться до найважливіших умов збереження життя і здоров'я людини. Згідно до сучасної концепції здорового харчування, що базується на теорії збалансованого харчування, потреби організму в енергії, поживних, біологічних та фізіологічно цінних речовинах, які людина повинна отримувати з їжею, змінюються в залежності від віку, статі, фізіологічного стану організму та фізичного навантаження. Глобальний ринок безлактозних молочних продуктів продемонстрував значне зростання в останні роки завдяки зростанню обізнаності про непереносимість лактози споживачів та попиту на здорову їжу. Безлактозне молоко, вироблене методом ферментативного гідролізу, на ринку вже 40 років. У цій статті описано властивості та методи обробки, які використовуються у виробництві низьколактозних продуктів.*

***Ключові слова:** безлактозне молоко, лактоза, йогурт, пребіотик, ферменти.*

***Annotation.** Wholesome and healthy nutrition is one of the most important conditions for maintaining human life and health. According to the modern concept of healthy nutrition, based on the theory of balanced nutrition, the body's needs for energy, nutrients, biological and physiologically valuable substances, which a person*

---

<sup>18</sup>Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

*should receive with food, change depending on age, gender, physiological state of the body and physical load. The global lactose-free dairy products market has shown significant growth in recent years due to rising consumer awareness of lactose intolerance and demand for healthy foods. Lactose-free milk produced by the method of enzymatic hydrolysis has been on the market for 40 years. This article describes the properties and processing methods used in the production of low-lactose products.*

**Key words:** *lactose-free milk, lactose, yogurt, prebiotic, enzymes.*

**Вступ.** Помітне погіршення екологічного і соціально-економічного стану в Україні загострило проблему збереження здоров'я населення та викликало потребу в розробці нових видів харчових продуктів, зокрема молочної продукції з регульованим нутрієнтним складом для людей з частковою або повною несприйнятливістю до лактози. За даними ВООЗ, на нетерпимість до лактози страждає 12-17 % населення Європи, для України цей показник становить 15-35 % дорослих [1]. Загалом у світі близько 70-75 % населення не здатні нормально сприймати лактозу, яка міститься в харчових продуктах [7]. Залежно від ступеня всмоктування лактози в тонкому кишківнику виділяють мальабсорбцію – часткова несприйнятливість до лактози, яка характеризується неповним її всмоктуванням стінками кишківника, та інтолерантність до лактози – повна несприйнятливість до неї організму [6]. За активності ферменту лактази більш ніж 50 % зазвичай не проявляються симптоми нетерпимості до лактози. Такий стан характерний для людей із мальабсорбцією, які спокійно можуть споживати до 12 г лактози на добу, що еквівалентно 250 мл молока, без будь-яких порушень у роботі шлунково-кишкового тракту [7].

Оскільки молоко і молочні продукти є цінним джерелом незамінних нутрієнтів, виключення їх із раціону харчування призведе до споживання недостатньої кількості багатьох корисних речовин і, як наслідок, до зниження рівня працездатності й опірності організму захворюванням та іншим негативним факторам довкілля. Саме тому перспективним напрямом розв'язання цієї проблеми є створення технологій молочних продуктів, вільних від лактози або зі зниженим її вмістом.

Молоко і молочні продукти є одними з найважливіших джерел їжі, щодня виробляються незамінні амінокислоти і кальцій, які необхідні для правильного росту і розвитку організму дитини. При вживанні продуктів, у яких лактоза гідролізована або видалена, а лактози мало, лактолітичний процес або частково видаляється, що містить лактолітик. Процес гідролізу лактози мінімально шкодить харчовій цінності молока і має високу ефективність [1]. Лактоза зазвичай розщеплюється як сировина, а харчовий фермент лактозим штучно виробляється *Aspergillus niger* і рисовим грибом *Aspergillus* або *Kluiveromycetes fragilis* і *Kluiveromycetes* молочними дріжджами. Існують два види ферментів: кислотостійкі та нейтральні лактази, які ефективно діють при різних рівнях рН: менше 5,7 і більше 5,7 відповідно. Йогурт є одним з найважливіших продуктів

для переробки молока. Наявність значної кількості лактози в йогурті в середньому 30-40 г може викликати серйозне занепокоєння у людей з непереносимістю лактози. Головною перевагою ферментів, які використовуються при виробництві йогурту, є легкість підсолоджування за рахунок розщеплення лактози на глюкозу і галактозу, тому кількість використуваного цукру можна зменшити без зміни смаку готового продукту[2]. При приготуванні безлактозного йогурту можна використовувати як кислотостійку, так і нейтральну лактазу. Слід зазначити, що нейтральний лактат повністю неактивний при рН нижче 5,5 після 2,5–3,0 годин контакту. Цього часу зазвичай недостатньо для повного видалення лактози з продукту, тому доза введеного ферменту повинна бути більшою, ніж при безлактозному виробництві. Впроваджено ефективний метод видалення лактози у виробництві безлактозних йогуртів. Також можливо індукувати як фермент лактазу, так і культуру йогурту після пастеризації молока. Одним з найбільш перспективних напрямків є переробка сироватки, наприклад, виробництво молочних продуктів, таких як масло або сир. Найціннішим основним продуктом є сироватковий білок, джерело цистеїну, гістидину, метіоніну, лізину, треоніну, триптофану, аргініну [3]. Сироватковий білок має високу біологічну цінність і засвоюваність порівняно з іншими джерелами білка. Ці методи використовуються в технології виробництва безлактозного продукту.

**Виклад основного матеріалу.** Що таке непереносимість лактози? Лактоза – вуглевод органічного походження, який є основним компонентом молока ссавців і людини. У тонкому кишечнику він розщеплюється на глюкозу і галактозу.

Лактаза – це особливий фермент, який виробляється клітинами тонкої кишки для розщеплення лактози.

Лактоза корисна для організму тим, що:

- є пребіотиком – живильним середовищем для корисної мікрофлори кишечника;
- бере участь у синтезі вітамінів групи В ;
- є джерелом енергії;
- впливає на засвоєння кальцію, магнію та інших мікроелементів.

Організм, в якому недостатня кількість ферменту лактази, не може нормально перетравлювати і розчиняти лактозу. Продуктом реакції є молочна кислота і газ, які викликають симптоми так званої непереносимості лактози: від здуття живота до діареї. Експериментально встановлено, що високу лактазну активність забезпечують лише зрілі, функціонально активні клітини кишечника – ентероцити.

Види непереносимості лактози:

Перший тип є найпоширенішим. Його особливість полягає в тому, що молоко і молочні продукти спочатку добре засвоюються організмом в дитинстві, але з часом вироблення ферменту лактази знижується і з віком починають проявлятися симптоми непереносимості. Встановлено, що

приблизно кожен третій дорослий (від 23 років і старше) відчуває неприємні відчуття в шлунку після випитого склянки молока: здуття, важкість, коліки та ін. [4].

Вторинна непереносимість виникає на основі захворювань шлунково-кишкового тракту, травм або операцій на тонкому кишечнику. До провокуючих факторів відносяться: целіакія, хвороба Крона, деякі види лікування раку. Після відповідного лікування можливе відновлення рівня лактази.

Вроджена непереносимість лактози передається генетично. Іноді виникає у недоношених дітей внаслідок передчасних пологів.

Як контролювати непереносимість лактози: основні симптоми?

При дефіциті лактази лактоза переміщується з молочних продуктів замість того, щоб розщеплюватися з тонкої кишки в тонку кишку. Тут в результаті неправильної взаємодії нормальних кишкових бактерій і неперетравленої лактози приблизно через півгодини після вживання молочних продуктів можуть виникнути такі симптоми:

- здуття живота;
- бурчання в животі;
- метеоризм;
- біль і кишкові кольки;
- діарея;
- нудота і блювота.

Симптоми непереносимості лактози відрізняються за формою: від помірної до важкої і залежать від кількості виробленої лактази. Найпростіший спосіб дізнатися, чи є ці симптоми реакцією на лактозу, - тимчасово виключити молоко з раціону. Якщо покращиться травлення, зникнуть болі та інші симптоми, можна спробувати знову ввести молочні продукти в невеликих кількостях і спостерігати за станом.

Визначити наявність непереносимості лактози, а також її тип можна за допомогою дослідження крові на маркери носійства або генетичну схильність. А точний висновок може дати водневий тест на дихання, який вимірює кількість іонів водню в повітрі після вживання розчину з молочним цукром

Що таке безлактозне молоко? Оскільки молоко є джерелом білка, кальцію та вітамінів, людям з непереносимістю лактози рекомендується вживати альтернативу з низьким вмістом жиру, наприклад молоко без лактози. Це швидкий метаболізм, і лактоза вже розщеплена на глюкозу і галактозу[5].

Вміст лактози в молоці можна знизити за допомогою пропарювання. Тому молочні продукти такі як кефір, кисломолочний сир, йогурти, сметана містять відносно мало цукру, оскільки в своєму складі містять молочнокислі бактерії.

Вміст лактози в молоці знижується додаванням ферменту лактази, і воно здатне зброджувати молочний цукор до 98% від вихідного. Тому підприємство виробляє низьколактозне молоко з вмістом лактози менше 1%.

Сучасні технології дозволяють виробляти молоко без лактози. І, нарешті, можна замінити молочні продукти продуктами рослинного походження. Рисове, мигдальне (та інші горіхи), соя, горіхи (рис, арахіс, волоські та ін.) та інші види молока вже доступні у всіх супермаркетах.

Молоко, яке повністю не містить лактози, отримують за допомогою процесу мембранної фільтрації, де ця частина механічно відділяється від власного продукту. Ці продукти містять не більше 0,01% лактози, зберігаючи натуральний смак молока. Додаткова частина ферменту лактази остаточно видаляє лактозу, розщеплюючи її на моносахариди: глюкозу і галактозу, які легко перетравлюються і засвоюються кожною клітиною.

Основною характеристикою безлактозного молока є наявність білків: казеїну, альбуміну та глобуліну, а також вітаміну В<sub>12</sub>, який відсутній у рослинних джерелах і необхідний для профілактики анемії. У рослинному молоці також дуже мало вітаміну D і кальцію, тому його часто збагачують цими інгредієнтами.

Рослинне молоко корисне, оскільки воно містить ненасичені жири, залізо, вітамін E та антиоксиданти. Інші інгредієнти добре додавати, але вони можуть викликати алергічні реакції, наприклад, соєве або вівсяне молоко, тому підходять не всім [7].

Без лактози, як і звичайне молоко, воно містить багато необхідних поживних речовин, включаючи незамінні амінокислоти для побудови білкових структур, такі як лейцин, метіонін, триптофан, лізин та інші.

Протеїн створює м'язову тканину, бере участь в обміні речовин

Кальцій – це матеріал для кісток, зубів, нігтів і волосся, які необхідні для правильного кровообігу, роботи м'язів і нервів

Калій підтримує баланс рідини та покращує роботу серця

Фосфор разом з кальцієм і вітаміном D зберігають міцність кісток

Вітамін D зміцнює імунітет, сприяє засвоєнню кальцію

Вітаміни групи B підтримують нервову систему, беруть участь в обміні білків, жирів і вуглеводів

Вітамін A регулює функції дихання, здоров'я шкіри та імунну систему.

**Висновки.** За останні 10 років відбулося значне зростання виробництва та технологій переробки продуктів з низьким вмістом лактози. Зі зниженням споживання традиційного рідкого молока зросла популярність молочних продуктів з низьким вмістом лактози, відкриваються великі можливості для молочної промисловості. Висока поширеність непереносимості лактози, демографічні зміни та підвищена обізнаність споживачів щодо здоров'я, ймовірно, продовжуватимуть сприяти цьому зростанню. Виробники молочних продуктів розширюють свою продукцію безлактозними лініями. Необхідні додаткові дослідження, щоб визначити вплив зниження вмісту лактози на властивості, стабільність і термін придатності безлактозних молочних продуктів.

### Список використаних джерел:

1. Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: підручник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020.
2. Соломон А.М., Берник І.М., Бондар М.М. Значення функціональних кисломолочних напоїв в дієтичному та профілактичному харчуванні. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 16. С. 180-191.
3. Молочек Н.В. Сучасні погляди на проблеми неправильного харчування та перспективи їх вирішення. *Здоров'я України: мед. газета*. 2019. С. 32-33.
4. Харченко Н.В. Здорове харчування та дієтотерапія: медичний аспект. *Здоров'я України: мед. газета*. 2019. С. 42-43.
5. Lactose Free Dairy Products Market: Global Industry Analysis (2012– 2016) and Opportunity Assessment (2017–2027) – Future Market Insights. URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/lactose-free-dairy-products-market>.
6. Єгоров Б., Мардар М. Формування харчових раціонів населення. *Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки»*. 2011. № 1. С. 140-147.
7. Карпенко П. О., Притульська Н. В., Кравченко М. Ф. та ін. Оздоровче харчування: навч. посіб.; за ред. П. О. Карпенка. Київ: Київ. нац. торг.екон. ун-т, 2019. 628 с.

**Анна БІГАС<sup>19</sup>**,  
студентка 2 курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки в тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### ОЦІНКА ЯКОСТІ МАЙОНЕЗУ

**Анотація.** У статті наведені результати досліджень оцінки якості майонезу. Досліджено органолептичні і фізико-хімічні показники якості зразків майонезу двох торгових марок «Гуляй поле» та «Чумак Провансаль», які виробляються в Україні.

**Ключові слова:** майонез, маркування, якість, органолептичні показники, фізико-хімічні показники

**Annotation.** The article presents the results of mayonnaise quality assessment research. The organoleptic and physico-chemical quality indicators of mayonnaise samples of two brands "Gulay Pole" and "Chumak Provencal" produced in Ukraine were studied.

---

<sup>19</sup>Науковий керівник – Овсієнко С.М., к. с.-г. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Key words:** *mayonnaise, labeling, quality, organoleptic indicators, physical and chemical indicators*

**Вступ.** Сучасний споживач все більше уваги приділяє якості продуктів харчування, які він споживає. Це пов'язано з зростанням зацікавленості до здорового способу життя, побоюваннями щодо фальсифікації продуктів та бажанням отримувати максимальну користь від їжі.

Одним з найбільш популярних соусів, який використовується в багатьох стравах, є майонез. Однак, різноманітність марок і складів майонезу на ринку ускладнює вибір дійсно якісного продукту. Сьогодні масложирова промисловість виробляє цілу «лінійку» майонезних продуктів із різними добавками, що поліпшують смак, структуру та збільшують термін придатності. Масложирова галузь перебуває на такому етапі, коли її розвиток вже неможливо забезпечити традиційними методами, необхідні нові підходи і рішення. Тенденції раціонального та здорового харчування змушують товаровиробників шукати нові підходи до виробництва класичного майонезу з підвищеною біологічною цінністю і високими якісними характеристиками [1].

**Виклад основного матеріалу.** Майонез – це продукт харчування, що має у своєму складі білки, жири, вуглеводи, вітаміни та макро- і мікроелементи, необхідні для нормальної життєдіяльності організму. Поліненасичені жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни та інші біологічно активні речовини надходять із смаковими добавками, такими як молоко, ячний порошок. А оцет, гірчичний порошок надають майонезу гострий смак, збуджують апетит, покращують травлення. Крім того, вживання рослинних рідких жирів у вигляді дрібнодисперсної водно-жирової емульсії зменшує навантаження на ендокринну систему, сприяє стабілізації фізіологічних функцій шлунково-кишкового тракту [1].

Майонез – це мультикомпонентна система, якісний і кількісний склад його інгредієнтів визначає його функції та властивості. Окрім рослинної олії і води до складу майонезних соусів входять емульгатори, стабілізатори, структуроутворюючі, а також смакові, функціональні та інші харчові добавки, що додають майонезу різний смак, аромат, харчову та фізіологічну цінність і дозволяють створити великий асортимент цих продуктів [2].

Жировою основою для майонезних продуктів є рослинні олії, серед яких соняшникова, соєва, кукурудзяна, арахісова, бавовняна, оливкова. Усі рослинні олії, що використовуються для виробництва майонезу, повинні бути рафінованими та дезодорованими. Вибір конкретної олії залежить від можливостей та пріоритетів виробника.

В Україні діє стандарт ДСТУ 4487:2015 «Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні умови», який визначає, що майонез повинен містити не менше 50 % рослинної олії, воду та ячні продукти (не менше 1 % у перерахунку на сухий ячний порошок – сирі яйця, ячний жовток, сухий ячний порошок). Також допускається додавання консервантів, крохмалю та/або камеді, а також

інших добавок. З'явилося поняття «майонезний соус», який може мати жирність від 5 % і не містити яєчних продуктів, що відрізняє його від майонезу. Це узгоджується з європейськими та іншими міжнародними стандартами, де майонез визначається як емульсійний соус із вмістом жиру не менше 78,5 % .



Рис. 1. Майонез

Таблиця 1

Маркування майонезу

Показник	Майонез	
	Гуляй поле	Чумак Провансаль
Масова частка жиру, %	67	67
Склад	Соняшникова олія рафінована дезодорована, питна вода, цукор, спиртовий оцет, кухонна сіль, жовток яєчний сухий, гірчична олія, барвник натуральний бета-каротин	олія соняшникова рафінована дезодорована, вода питна, цукор білий, сіль кухонна, порошок яєчного жовтка, емульгатор - модифікований крохмаль, загущувачі (крохмаль модифікований, ксантанова камедь), регулятор кислотності – оцтова кислота, ароматизатор гірчичний, антиоксидант - кальцію динатрію ЕДТА, барвник натуральний – b-каротин.
Строки та умови зберігання	За температури від 0°C до 25°C включно та відносної вологості повітря не більше ніж 75%	За температури від 0°C до +24°C та відносної вологості не більше 75% 120 діб

Продовження таблиці 1

Виробник	ТОВ «ТД Дельта» вул Сергія Синенка, 63-А м. Запоріжжя, Україна	ПрАТ «Чумак» бульвар М. Міхновського, 19 м. Київ
Торгова марка	Гуляй поле	Чумак



Маркування включає назву, повну адресу та телефон виробника, а також адресу виробничих потужностей; повну назву продукту; масу нетто (г); склад майонезу, якщо він складається з кількох інгредієнтів, із зазначенням усіх використаних харчових добавок із відповідними символами «Е»; інформацію про поживну цінність (вміст жиру, білків, вуглеводів на 100 г продукту) та калорійність; кінцевий термін придатності або дату виготовлення (день, місяць, рік) і термін зберігання; умови зберігання; позначення стандарту; номер виробничої партії та штрих-код EAN.

**Таблиця 2**

**Харчова та енергетична цінність майонезу, на 100 г продукту**

Показник	Майонез	
	Гуляй поле	Чумак Провансаль
Кількість: білка, г	0,3	0,3
жиру, г	67	67
вуглеводів, г	3,2	3,5
Енергетична цінність, ккал	617	622

Встановлено, що майонез «Гуляй поле» відповідає нормам державного стандарту за показником рН, а майонез «Чумак Провансаль» відповідає стандарту за масовою часткою солі (табл. 3).

**Таблиця 3**

**Органолептичні показники майонезу**

Показник	Колір	Зовнішній вигляд і консистенція	Смак та запах
Вимоги ДСТУ	Від білого до кремувато-жовтого, або обумовлений кольором введених добавок. Однорідний за всією масою	Однорідний, сметаноподібний, густий продукт з поодинокими бульбашками повітря	Притаманний майонезу конкретної назви
Майонез Гуляй поле	Білий, рівномірний по всій масі	Однорідний, сметаноподібний, густий	Злегка гострий, кислуватий, без вираженої гіркоти, із запахом та смаком гірчиці і оцту
Майонез Чумак Провансаль	Кремовий, рівномірний по всій масі	Однорідний, сметаноподібний, густий	Злегка гострий, кислуватий смак, без вираженої гіркоти

Оцінка органолептичних показників майонезу здійснюється в такій послідовності: консистенція, зовнішній вигляд, колір, запах і смак. Визначення цих характеристик проводиться відповідно до вимог ДСТУ 4560:2006 «Майонези. Правила приймання та методи випробування» [5].

Завданням дослідження було визначення рН середовища майонезів, масової частки солі, кислотності та вмісту крохмалю (табл. 4).

## Результати дослідження майонезу

ТМ майонезу	pH	Масова частка солі, %	Кислотність, °Т	Наявність крохмалю
Норма за ДСТУ	4-4,7	0-2,0	Немає норми	+
Гуляй поле	4,7	2,5	660	не заявлений
Чумак Провансаль	5,04	1,4	665	+

Щодо показника «Титрована кислотність», варто зазначити, що виробники самостійно визначають необхідну кількість кислот, які додаються в продукт. Цей показник залежить як від доданих кислот для покращення смаку майонезу, так і від кількості кислот, що утворюються у процесі виробництва. Зазвичай високий рівень кислотності свідчить про псування майонезу внаслідок неналежного зберігання, транспортування, порушення умов реалізації або виробничої технології. Що стосується крохмалю, дозволеного державним стандартом, його використовують як загущувач [6].

**Висновки.** Результати досліджень показали, що органолептичні показники майонезів торгових марок «Гуляй поле» та «Чумак Провансаль» відповідають вимогам ДСТУ 4487:2015 «Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні умови».

## Список використаної літератури

1. Салеба Л.В. Дослідження показників якості майонезу. *Вісник ХНТУ*. 2018. № 1(64). С. 134-139.
2. Halukh B., Paska M., Drachuk U., Basarab I. Influence of emulsifiers, stabilizers and structurants on the formation of consumer properties of fat-based products. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*. 2016. 18. 2(68). 165-170.
3. ДСТУ 4487-2015 Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. К.: Держспоживстандарт України, 2015. 17 с.
4. Regional Standardization. Mayonnaise. CODEX STAN. 168.1989. 16 p. (Regional European Standard).
5. ДСТУ 4560:2006. Майонези. Правила приймання та методи випробування. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.
6. Момот Ю.В., Патик В.Г. визначення якості майонезу за деякими фізико-хімічними показниками. URL.: <https://konfemc.ukraine7.com/t74-topic>

**Вікторія БАБІЙ<sup>20</sup>,**  
студентка 3 курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛОДОВООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ**

**Анотація.** Стаття присвячена дослідженню функціональних властивостей плодовоовочевої сировини, яка є важливим компонентом раціонального харчування та профілактики захворювань. Вона розглядає харчову цінність плодів і овочів, їхній вміст вітамінів, мінералів, антиоксидантів і дієтичних волокон, а також позитивний вплив цих компонентів на здоров'я людини. Окрему увагу приділено антиоксидантним, протизапальним та антимікробним властивостям, які сприяють зниженню ризику розвитку хронічних захворювань, таких як рак і серцево-судинні хвороби. Також аналізується роль дієтичних волокон у нормалізації травлення та регуляції рівня глюкози і холестерину в крові. Висвітлюються переваги та обмеження використання плодовоовочевої сировини в харчовій промисловості, а також перспективи подальших досліджень у цій галузі. Висновки статті підкреслюють важливість регулярного споживання плодовоовочевої сировини для підтримання здоров'я та покращення якості життя.

**Ключові слова:** плодовоовочева сировина, мінерали, дієтичні волокна, органічні кислоти, вітаміни, харчова цінність.

**Annotation.** The article is devoted to the study of the functional properties of fruit and vegetable raw materials, which is an important component of rational nutrition and disease prevention. It examines the nutritional value of fruits and vegetables, their content of vitamins, minerals, antioxidants, and dietary fiber, as well as the positive effects of these components on human health. Special attention is paid to antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties, which help reduce the risk of developing chronic diseases such as cancer and cardiovascular disease. The role of dietary fiber in normalizing digestion and regulating blood glucose and cholesterol levels is also analyzed. The advantages and limitations of the use of fruit and vegetable raw materials in the food industry, as well as the prospects for further research in this area, are highlighted. The conclusions of the article emphasize the importance of regular consumption of fruit and vegetable raw materials to maintain health and improve quality of life.

---

<sup>20</sup>Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г. н, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Key words:** *fruit and vegetable raw materials, minerals, dietary fibers, organic acids, vitamins, nutritional value.*

**Вступ.** Функціональні властивості плодоовочевої сировини відіграють важливу роль у формуванні якості харчових продуктів та забезпеченні їх корисних властивостей. Сучасні тенденції здорового харчування сприяють зростанню інтересу до натуральних продуктів, які здатні задовольнити потреби організму в необхідних поживних речовинах, вітамінах, мінералах, антиоксидантах та дієтичних волокнах. Овочі та фрукти, завдяки своїй природній хімічній структурі, мають унікальні функціональні властивості, що обумовлює їх високу харчову цінність та можливість використання у виробництві продуктів з підвищеною біологічною активністю. У сучасному світі, де здорове харчування стає все більш актуальним, розуміння функціональних властивостей плодоовочевої сировини набуває особливого значення. Дослідження в цій сфері дозволяють не лише покращити технології зберігання та переробки, але й сприяють розвитку нових продуктів з підвищеними корисними властивостями.

**Виклад основного матеріалу.** Функціональні властивості плодоовочевої сировини є важливим аспектом дослідження в агрономії та харчовій промисловості.

Плодоовочева сировина не лише забезпечує наш організм необхідними вітамінами та мінералами, але й має унікальні фізико-хімічні характеристики, які визначають її використання в різних галузях. Від текстури та смаку до антиоксидантних властивостей, ці характеристики впливають на якість продуктів і їхню харчову цінність.

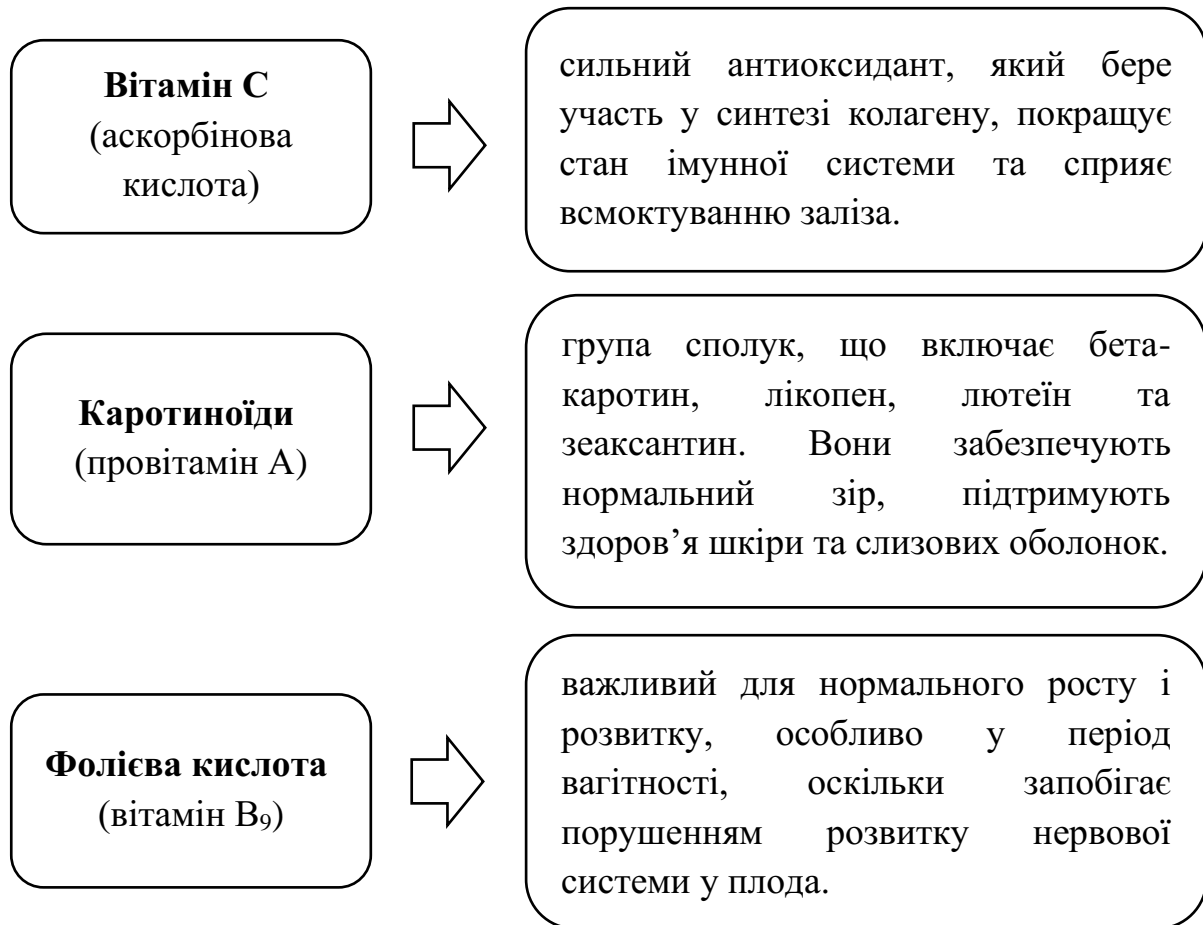
Функціональні властивості плодоовочевої сировини є одним із ключових факторів, що визначають її харчову цінність та можливість використання у виробництві здорових і безпечних продуктів харчування.

Овочі та фрукти містять широкий спектр біологічно активних речовин, таких як вітаміни, мінерали, антиоксиданти, дієтичні волокна, органічні кислоти та інші сполуки, які позитивно впливають на здоров'я людини.

Вивчення функціональних властивостей цієї сировини є важливим для забезпечення раціонального харчування, профілактики різних захворювань та загального покращення якості життя.

Овочі та фрукти є багатим джерелом вітамінів, зокрема вітаміну С, каротиноїдів (провітаміну А), фолієвої кислоти та групи В. Вітамін С (аскорбінова кислота) має потужну антиоксидантну дію, сприяє зміцненню імунної системи, поліпшує всмоктування заліза з продуктів харчування та знижує ризик розвитку серцево-судинних захворювань.

Каротиноїди, що містяться у моркві, гарбузі, перці, є попередниками вітаміну А і мають важливе значення для зору, імунної функції та здоров'я шкіри (рис. 1).



*Рис. 1. Основні вітаміни плодоовочевої сировини*

*Джерело: сформовано автором*

Мінерали, такі як калій, магній, кальцій, залізо, фосфор та інші, відіграють критичну роль у підтримці нормального функціонування організму. Наприклад, калій допомагає регулювати кров'яний тиск і зменшує ризик розвитку гіпертонії, тоді як залізо необхідне для утворення гемоглобіну та запобігання анемії [5].

Мінерали відіграють ключову роль у підтримці багатьох фізіологічних процесів:

1) Калій сприяє регуляції водного балансу та підтримує нормальну функцію м'язів.

2) Магній необхідний для енергетичного обміну, синтезу білків та функціонування нервової системи.

3) Залізо є компонентом гемоглобіну, що переносить кисень до клітин.

Дієтичні волокна, або харчові волокна, є важливим компонентом плодоовочевої сировини. Вони сприяють нормалізації травлення, зниженню рівня холестерину в крові, регулюванню рівня глюкози, а також є природним пребіотиком, що стимулює ріст корисної мікрофлори в кишечнику. Волокна поділяються на розчинні та нерозчинні. Розчинні волокна (пектин, інулін) утворюють гелеподібну масу у шлунку, що уповільнює травлення і абсорбцію цукру, а нерозчинні (целюлоза, лігнін) сприяють швидкому проходженню їжі через кишечник та запобігають запорам [3].

Антиоксиданти – це сполуки, які захищають клітини організму від ушкодження вільними радикалами, що утворюються в результаті окислювальних процесів. Вільні радикали можуть спричинити ушкодження клітинних мембран, білків та ДНК, що призводить до розвитку хронічних захворювань, таких як рак, серцево-судинні хвороби, діабет та інші. Плоди та овочі містять широкий спектр антиоксидантів, зокрема вітамін С, вітамін Е, каротиноїди, флавоноїди та фенольні сполуки.

Антиоксиданти, що містяться в овочах і фруктах, захищають клітини від ушкодження вільними радикалами:

1) Флавоноїди (кверцетин, катехіни) мають протизапальні та антиканцерогенні властивості.

2) Антоціани (містяться в ягодах та темних фруктах) знижують ризик серцево-судинних захворювань і підтримують здоров'я мозку.

Фенольні сполуки є одними з найважливіших біологічно активних компонентів плодоовочевої сировини, які визначають її антиоксидантні властивості. Вони включають флавоноїди, антоціани, катехіни, фенольні кислоти тощо. Ці сполуки надають овочам і фруктам характерного кольору, смаку та аромату. Вони також володіють протизапальними, антимікробними та протипухлинними властивостями.

Органічні кислоти, такі як лимонна, яблучна, винна, щавлева та інші, є важливими компонентами плодоовочевої сировини. Вони надають продуктам характерного кислого смаку та впливають на їх загальну кислотність. Органічні кислоти сприяють покращенню травлення, стимулюють секрецію шлункового соку та підвищують біодоступність мінералів. Крім того, вони відіграють роль природних консервантів, запобігаючи розвитку патогенних мікроорганізмів у продуктах харчування. Це робить їх незамінними при виробництві консервованих овочів, фруктових соків та інших харчових продуктів. Органічні кислоти також беруть участь у процесах обміну речовин і підтримують кислотно-лужний баланс організму, що особливо важливо для запобігання розвитку захворювань шлунково-кишкового тракту [2].

Споживання овочів і фруктів асоціюється зі зниженням ризику розвитку серцево-судинних захворювань. Високий вміст калію, магнію, дієтичних волокон і антиоксидантів сприяє нормалізації артеріального тиску, зниженню рівня холестерину та запобігає розвитку атеросклерозу. Фенольні сполуки, зокрема флавоноїди, знижують запалення судинної стінки та захищають від окислення ліпопротеїнів низької щільності (ЛПНЩ), що є одним із ключових факторів розвитку атеросклерозу.

Деякі компоненти плодоовочевої сировини мають протипухлинні властивості. Наприклад, сульфорафан, який міститься в броколі та інших хрестоцвітих овочах, активує ферменти, що захищають від розвитку раку. Каротиноїди, зокрема лікопен з томатів, знижують ризик розвитку раку простати, а антоціани з темних ягід та винограду мають потужні антиоксидантні та протизапальні властивості, які можуть запобігати розвитку

онкологічних захворювань. Крім того, флавоноїди, які містяться у цибулі, яблуках та цитрусових, допомагають нейтралізувати шкідливі впливи вільних радикалів, зменшуючи ризик ушкодження клітин ДНК. Поліфеноли у зеленому чаї, винограді та червоному вині гальмують ріст пухлинних клітин та блокують їх розповсюдження. Таке різноманіття біоактивних сполук робить плодоовочеву сировину цінним компонентом у профілактиці онкологічних захворювань, що підкреслює важливість її регулярного вживання у раціоні [4].

Вживання овочів і фруктів сприяє регулюванню рівня глюкози в крові та може бути ефективним у профілактиці та лікуванні цукрового діабету. Дієтичні волокна уповільнюють всмоктування цукру з кишечника, що допомагає контролювати рівень глюкози в крові після їжі. Флавоноїди та інші антиоксиданти сприяють зниженню інсулінорезистентності.

У таблиці 1 розглянемо основні функціональні властивості плодоовочевої сировини.

**Таблиця 1**

**Функціональні властивості плодоовочевої сировини**

<i>Функціональні властивості</i>	<i>Коротка характеристика</i>
Антиоксидантна активність	Антиоксиданти, присутні в плодоовочевій сировині, нейтралізують вільні радикали, що утворюються в організмі внаслідок окислювальних процесів. Ці речовини, такі як вітамін С, Е, каротиноїди та фенольні сполуки, захищають клітини від ушкоджень, що може знижувати ризик розвитку хронічних захворювань, таких як рак, серцево-судинні патології та діабет.
Протизапальні властивості	Багато компонентів плодоовочевої сировини мають протизапальні властивості. Флавоноїди та поліфеноли знижують рівень запалення в організмі, що особливо важливо для профілактики таких захворювань, як артрит, атеросклероз та хвороби ШКТ.
Антимікробні властивості	Деякі органічні кислоти та фенольні сполуки мають антимікробні властивості, які допомагають боротися з патогенними мікроорганізмами. Це робить плодоовочеву сировину ефективною в підтримці здорового мікробіому кишечника та запобіганні інфекційним захворюванням.
Поліпшення травлення	Дієтичні волокна стимулюють перистальтику кишечника, підтримують регулярність дефекації та сприяють росту корисної мікрофлори. Присутність у раціоні достатньої кількості клітковини допомагає запобігти запорам, знижує ризик розвитку дивертикульозу та геморою.
Регуляція рівня глюкози та холестерину	Розчинні волокна, такі як пектин, знижують всмоктування глюкози в кров, що допомагає підтримувати стабільний рівень цукру. Це важливо для профілактики та контролю цукрового діабету. Крім того, волокна зв'язують жовчні кислоти в кишечнику, що сприяє зниженню рівня холестерину в крові та запобігає розвитку атеросклерозу.

*Джерело: сформовано автором*

Плодоовочева сировина є важливим джерелом дієтичних волокон, які підтримують здорову мікрофлору кишечника та запобігають розвитку дисбіозу. Розчинні волокна діють як пребіотики, підтримуючи ріст корисних бактерій, таких як біфідобактерії та лактобактерії. Це сприяє нормалізації роботи кишечника, зменшенню запальних процесів та поліпшенню загального стану здоров'я.

Вживання достатньої кількості дієтичних волокон також допомагає знижувати ризик розвитку таких захворювань, як синдром подразненого кишечника, колоректальний рак та серцево-судинні хвороби. Нерозчинні волокна прискорюють проходження їжі через шлунково-кишковий тракт, сприяють регулярності випорожнень та запобігають запорам. Крім того, вони зв'язують та виводять з організму токсини, важкі метали та інші шкідливі речовини, що позитивно впливає на загальне самопочуття. Таким чином, регулярне споживання плодоовочевої сировини є важливим компонентом здорового харчування та профілактики багатьох захворювань [1].

На основі плодоовочевої сировини створюються різноманітні функціональні продукти, збагачені біологічно активними речовинами, такі як соки, смузі, пюре, порошки та інші. Такі продукти не тільки зручні у використанні, але й дозволяють зберегти більшість цінних речовин завдяки сучасним технологіям обробки, таким як заморожування, ліофілізація та ультразвукова екстракція. Вони є незамінним доповненням до раціону, збагачуючи його необхідними вітамінами, мінералами та антиоксидантами, що допомагає підтримувати здоров'я та профілакувати розвиток багатьох захворювань.

Плодоовочева сировина є незамінним джерелом функціональних компонентів, які позитивно впливають на здоров'я людини. Раціональне використання та обробка цієї сировини дозволяють створювати харчові продукти з високою біологічною цінністю, сприяють профілактиці багатьох захворювань та покращують якість життя. У сучасних умовах важливо продовжувати дослідження функціональних властивостей плодоовочевої сировини для її ефективного використання у харчовій промисловості та розвитку технологій виробництва здорових продуктів харчування.

**Таблиця 2**

***Переваги та обмеження використання плодоовочевої сировини***

Переваги	Обмеження
Високий вміст біологічно активних речовин, які підтримують здоров'я.	Короткий термін зберігання свіжої сировини, що вимагає спеціальних умов обробки та зберігання.
Низький вміст калорій і жирів, що робить плодоовочі ідеальним компонентом дієтичного харчування.	Висока чутливість до механічних пошкоджень та мікробного забруднення.
Велика різноманітність видів, що дозволяє створювати продукти з різними властивостями та смаковими характеристиками.	Деякі види плодоовочів можуть викликати алергічні реакції.

*Джерело: сформовано автором*



**Висновки.** Отже, функціональні властивості плодовоовочевої сировини є ключовими для забезпечення здорового харчування та розвитку нових продуктів у харчовій промисловості. Розуміння їх значення та можливостей використання відкриває нові горизонти для агрономії, технології харчування та медицини. Зважаючи на зростаючу популярність здорового способу життя, дослідження в цій сфері залишаються надзвичайно важливими для майбутнього харчування людства.

#### Список використаної літератури

17. Гончарук І. В., Шевчук Г. В. Маркетинг як фактор конкурентоспроможності підприємств плодовоовочевої галузі. *Агросвіт*. 2020. № 5. С. 50-55.

18. Карпов М.О., Леу А.Г. Шляхи підвищення ресурсозбереження в харчових виробництвах. *Досягнення і перспективи природних і технічних наук*. 2016. № 7. С. 21-26.

19. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Біологічно активні природні сполуки у життєзабезпеченні організму людини. *Наукові праці НУХТ*. 2022. Т. 28. №3. С. 97-106.

20. Шемета О. О., Дожук К. М. Функціональне харчування – новий підхід до здорового способу життя. *Ліки України*. 2015. № 1(186). С. 24-27.

21. Якимчук Т.В. Розвиток і стан підприємств плодовоовочеконсервної галузі України в контексті забезпечення продовольчої безпеки. *Наукові праці НУХТ*. 2015. Том 21. № 2. С. 70-77.

**Вадим МОРОЧКІВСЬКИЙ<sup>21</sup>,**

студент 2 курсу,  
факультет технології виробництва, переробки  
та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

#### ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РОЗСІЛЬНОГО СИРУ

**Анотація:** В статті представлені результати органолептичної оцінки якості сиру бринза, які реалізуються в торговельній мережі м. Вінниця. Проведено порівняння маркування і органолептичних показників розсільного сиру бринза торгових марок «Good Milk» та «Комо». Встановлено, що досліджуваний продукт відповідає вимогам нормативної документації.

**Ключові слова:** якість, розсільний сир, бринза, органолептична оцінка

---

<sup>21</sup>Науковий керівник – Овсієнко С.М., к. с.-г. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Abstract:** *The article presents the results of the organoleptic evaluation of the quality of brynz cheese, which are sold in the retail network of Vinnytsia. A comparison of the labeling and organoleptic indicators of the "Good Milk" and "Como" brand cheese was carried out. It was established that the product under investigation meets the requirements of regulatory documentation.*

**Key words:** *quality, salted cheese, feta cheese, organoleptic assessment*

**Вступ.** Виробництво сирів в Україні перевищує обсяги споживання на внутрішньому ринку, що створює умови для їх експорту. Однак вихід на світові ринки вимагає істотного покращення якості сирів, створення нових видів та інноваційних технологій і наукового їх обґрунтування [1].

Натуральні сири є особливо важливими для забезпечення людини повноцінним харчуванням. Вони мають високу біологічну цінність, що зумовлена концентруванням і модифікацією компонентів молока. Сири наділені широкою гаммою смакових відтінків, а їх виробництво відрізняється високою рентабельністю і зростанням річних обсягів [2].

Останнім часом спостерігається збільшення зацікавленості споживачів розсільними сирами. Асортимент розсільних сирів складається з понад 30 найменувань. Одним з таких продуктів є розсільний сир бринза.

**Вклад основного матеріалу.** Виробництво розсільних сирів займає особливу нішу в сироробній галузі й належить до сегментів, які найдинамічніше розвиваються [3]. Бринза є найпопулярнішим розсільним сиром в Україні, а для мешканців Карпат – щоденним продуктом. Традиційно вона виготовляється з овечого молока, є джерелом повноцінних білків, Кальцію, Магнію, вітамінів, однак вирізняється високим вмістом кухонної солі – від 4 до 7 %.

З кисломолочних продуктів найбільш широке використання одержали молоді розсільні сири, які є високоякісним білковим харчовим продуктом, що стимулюють секрецію травних соків та підсилюють виділення жовчі. Зокрема, розсільний сир типу «Бринза» відрізняється й іншими перевагами, серед яких ефективно використання сировини, можливість реалізації сиру без визрівання або з коротким терміном визрівання (не більше ніж 14 діб). Високі органолептичні показники, харчова та біологічна цінність молодих розсільних сирів свідчать про актуальність та перспективність їх виробництва не тільки в промислових масштабах, а й в умовах невеличких крафтових виробництв із непастеризованого фермерського сиропридатного молока. Враховуючи умови виготовлення, витривалості та реалізації, молоді сири піддаються додатковій інтенсивній консервації, що впливає на органолептичні властивості сиру [4, 5].

Бринза – це розсільний сир з коров'ячого, овечого молока або їх суміші. Має насичений кисломолочний запах і середньосолоний смак. Консистенція однорідна, без малюнка. При виробництві допускається наявність невеликих пустот і дірочок неправильної форми. Кірочка відсутня, зовні може

проглядатися малюнок серп'янки, льняного полотна, використуваного для відділення сирної маси від розсолу.

Розсільний сир бринза виготовляється згідно з ДСТУ 7065:2009 Бринза. Загальні технічні умови [6]. Відповідно до стандарту розсільний сир бринза має відповідати вимогам за основними показниками – органолептичними, мікробіологічними, фізико-хімічними (масова частка жиру, вологи, кухонної солі, %) залежно від вихідної сировини, у готовому продукті регламентується титр токсичних елементів мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів, пестицидів; висуваються вимоги до термінів реалізації, маркування, пакування та транспортування готової продукції.

Розсільні сири об'єднують в одну групу за органолептичними ознаками, технологією і хімічним складом. Виробляють їх із пастеризованого або сирого коров'ячого, овечого, козиного молока, а також їх суміші, з додаванням бактеріальних заквасок та ферментів для згортання молока. Ці сири після формування і пресування розташовують в сольовий розчин 16...20 % для їх дозрівання і зберігання. Виготовляють їх за технологією м'яких, напівтвердих або твердих сирів. Традиційно розсільні сири виготовляють там, де є молоко-сировина та немає умов для визрівання сиру в повітряному середовищі [5].

Виробництво якісного продукту залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішим є якість сировини. При виробництві бринзи особливо важливу роль відіграють такі параметри, як дотримання технології сироваріння, сиропридатність сировини, правильно підібрані бактеріальні препарати та умови виробництва. Відповідно до нормативної документації молоко-сировина повинна бути отримана від здорових сільськогосподарських тварин на території, яка чиста щодо інфекційних та інших спільних для людини і тварин захворювань.

З метою оцінки якості бринзи було досліджено сир торгових марок «Good Milk» та «Комо».

Проведений аналіз повноти маркування досліджуваного сиру показав, що на кожній із упаковок нанесено художньо оформлене маркування з чітким позначенням, яке легко читається та розуміється. Відповідно до нормативної документації молоко-сировина повинна бути отримана від здорових сільськогосподарських тварин на території, яка чиста щодо інфекційних та інших спільних для людини і тварин захворювань.

Сир м'який «Бринза ніжна» торгової марки «Good Milk» з вмістом жиру в сухій речовині 60%. Склад: молоко коров'яче знежирене, масло вершкове, сіль кухонна, закваска чистих культур молочнокислих бактерій, молокозсідальний ферментний препарат. Дата виробництва, номер партії та дата «Вжити до» вказані на пакуванні.

Умови зберігання: при температурі від 0°C до 6°C включно та відносній вологості повітря 80-85%. Допускається незначне виділення сироватки в упаковці. Після відкриття герметичного пакування зберігати в холодильнику за

температури не вище ніж 8°C у щільно закритій упаковці та вжити протягом 3 днів у межах загального терміну придатності.



Рис. 1. Брынза торгової марки «Good Milk»



Рис. 2. Брынза торгової марки «Кома»

Оператор ринку: ТОВ «Сиророб». Адреса: вул. Небесної Сотні, 33, офіс 2, к. 31, м. Черкаси, 18002, Україна. Адреса потужностей виробництва: Черкаська обл., Звенигородський р-н, с. Мокра Калигірка, Заводський, 4. Україна. Виготовлено на замовлення ТОВ «Кома-Експорт».

Сир м'який «Брынза ніжна» торгової марки «Good Milk» з вмістом жиру в сухій речовині 60%. Склад: молоко коров'яче знежирене, масло вершкове, сіль кухонна, закваска чистих культур молочнокислих бактерій, молокозсідальний ферментний препарат. Дата виробництва, номер партії та дата «Вжити до» вказані на пакуванні.

Умови зберігання: при температурі від 0°C до 6°C включно та відносній вологості повітря 80-85%. Допускається незначне виділення сироватки в упаковці. Після відкриття герметичного пакування зберігати в холодильнику за температури не вище ніж 8°C у щільно закритій упаковці та вжити протягом 3 днів у межах загального терміну придатності.

Сир м'який «Брынза вершкова слабосолена» торгової маси «Кома» 60% жиру в сухій речовині. Склад: молоко коров'яче знежирене, масло вершкове, вершки з коров'ячого молока, сіль кухонна, закваска чистих культур молочнокислих бактерій, молокозсідальний ферментний препарат. Оператор ринку: ТОВ «Сиророб», Україна, м. Черкаси, вул. Небесної Сотні, 33. Адреса потужностей виробництва: Черкаська обл., Звенигородський р-н, с. Мокра Калигірка, Заводський, 4. Україна.

Дата виробництва, номер партії та дата «Вжити до» вказані на боковій поверхні ванночки.

**Таблиця 1**

**Вимоги до органолептичних показників**

Показник	Характеристика показника	Метод випробування
Структура та консистенція	Однорідна, ламка, але не крихка	ДСТУ 7065:2009
Колір	Слабо-жовтий, однорідний за всією масою	ДСТУ 7065:2009
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, з відбитками серп'янки. Кірка відсутня. Незначна деформація головки	ДСТУ 7065:2009
Смак та запах	Чистий кисломолочний, у міру солоний, без сторонніх присмаків і запахів.	ДСТУ 7065:2009

Результати органолептичної оцінки якості бринзи наведено в таблиці 2.

**Таблиця 2**

**Органолептичні показники бринзи**

Зразок сиру бринза	Органолептичні показники			
	структура	смак і запах	колір	консистенція
Норма за ДСТУ	Кірка відсутня, поверхня чиста, рівна з (або) без відбитків серп'янки чи перфорації. Дозволена незначна деформація головки. Брусок, низький циліндр та інші	Чистий кисломолочний, в міру солоний, без сторонніх присмаків та запахів Для бринзи з коров'ячого та овечого молока — незначний присмак, властивий для овечого молока	Від білого до слабко-жовтого, однорідний за всією масою чи обумовлений кольором внесених наповнювачів	Пластична, в міру щільна. Тісто бринзи злегка ламке, але не крихке
ТМ «Good Milk»	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам
ТМ «Комо»	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам

Результати проведених досліджень (табл. 2) показали, що органолептичні показників якості бринзи ТМ «Good Milk» і «Комо» знаходяться в межах норми згідно з ДСТУ 7065:2009 Бринза. Загальні технічні умови.

**Висновки.** За результатами досліджень органолептичні показники якості бринзи торгових марок «Good Milk» та «Комо» відповідають вимогам ДСТУ

7065:2009 і знаходяться в межах норми. Це свідчить про те, що продукти цих брендів задовольняють основні критерії якості, встановлені державним стандартом, який регулює параметри виробництва бринзи, зокрема такі характеристики, як смак, запах, консистенція та зовнішній вигляд.

### Список використаної літератури

1. Кириченко А. В Україні обсяги виробництва сиру перевищують довоєнні показники, проте є нюанс. URL.: <https://www.unian.ua/economics/agro/v-ukrajini-obsyagi-virobnictva-siru-perevishchuyut-dovoyenni-pokazniki-prote-ye-nyuans-12475782.html>

2. Скульська І.В., Цісарик О.Й., Сливка Н.Б. Формування якісних показників бринзи, виготовленої за часткової заміни хлориду натрію. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2020. Т. 31 (70). Ч. 2. № 6. С. 96-100.

3. Ветеринарно-санітарна та технологічна експертиза молока: навчальний посібник / Н. А. Ткаченко, О. П. Чагаровський, Н. О. Дец, Л. О. Ланженко, О. А. Кручек. Рівне: «Овід», 2018. 235 с.

4. Непошивайленко Н.О., Корнієнко І.М., Анацький А.С. Удосконалення рецептури приготування розсільного сиру типу «бринза» з підвищеним титром молочнокислих бактерій. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології*. 2022. Т. 1. № 40. С. 164-174.

5. Овсієнко С.М., Берник І.М., Новгородська Н.В., Новгородський О.В. Оцінка якості бринзи із суміші молочної сировини. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології*. 2024. Т. 26. № 101. С. 135-142.

6. ДСТУ 7065:2009. Бринза. Загальні технічні умови [Чинний від 2010-10-05]. Видання офіційне. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 16 с.

**Тетяна ВАРЧЕНКО<sup>22</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва, переробки  
та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## РОСЛИННА КЛІТКОВИНА У КОВБАСНИХ ВИРОБАХ

*Анотація.* Введення харчових волокон у рецептури м'ясних продуктів позитивно впливає як на їх харчову цінність, так і на функціонально-

---

<sup>22</sup>Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

технологічні властивості м'ясних фаршів Клітковина сприяє збереженню соковитості та зниження втрат при термообробці, при гарному товарному вигляді готових виробів. Харчові волокна – одна з важливих складових збалансованого харчування, їх споживання з їжею є обов'язковим для нормального функціонування органів травлення та підтримання здоров'я організму в цілому.

**Ключові слова:** харчові воокна, м'ясо, м'ясні вироби, клітковина, функціональні властивості

**Annotation.** *The introduction of dietary fibers into the recipes of meat products has a positive effect on both their nutritional value and the functional-technological properties of minced meat. Fiber helps to preserve juiciness and reduce losses during heat treatment, with a good marketable appearance of finished products. Dietary fibers are one of the important components of a balanced diet, their consumption with food is mandatory for the normal functioning of the digestive organs and maintaining the health of the body as a whole.*

**Keywords:** *food windows, meat, meat products, fiber, functional properties*

**Вступ.** Раціон харчування людини має щодня містити, згідно з сучасною теорією, весь встановлений набір нутрієнтів у необхідній кількості та співвідношенні, а також баластові речовини. Роль останніх у харчуванні сучасної людини науково обґрунтована роботами багатьох вчених. У зв'язку з цим за кордоном набуло поширення збагачення баластними речовинами у промисловому виробництві продуктів хлібопекарської, кондитерської промисловості, проте стосовно технології м'ясних продуктів інформації недостатньо і потрібні дослідження функціонально-технологічних властивостей, оцінки впливу на якість готового продукту [1].

Часто до складу продуктів харчування з функціональними властивостями входять харчові волокна (ХВ). З одного боку, їх використовують як технологічну добавку, з іншого – вони є функціональними інгредієнтами, здатними надавати позитивний вплив на окремі системи (наприклад, шлунково-кишковий тракт) і в цілому на весь організм людини.

Натуральні рослинні волокна, що виготовляються з вегетативної частини зернових культур. Мають високу вологозв'язувальну і жирозв'язуючу здатність, інертні до будь-яких рецептурних інгредієнтів, термостабільні. Доцільне використання харчових волокон при виготовленні широкого спектру ковбасних, ліверно-паштетних виробів та м'ясних банкових консервів.

Особливістю сучасної ситуації м'ясопереробної галузі є велика кількість м'ясної сировини з низькими функціонально-технологічними властивостями. Насамперед, це стосується низької водозв'язуючої здатності м'яса, яка обумовлена низкою причин. Для вирішення цієї проблеми використовуються різні харчові функціональні добавки, що коригують функціонально-технологічні властивості м'яса. Їх застосування дозволяє виробляти продукцію,

використовуючи високожирну м'ясну сировину, м'ясо механічної дообвалки, м'ясо птиці тощо [2, 3].

Вибір відповідного типу волокон або створення сумішевого продукту відповідно до конкретних завдань дозволяє розробляти продукти, збагачені волокнами, або продукти з високим вмістом волокон, які мають приємний смак.

Правильний вибір волокон також дає технологічні та економічні переваги. Кількість харчових волокон, що вноситься в рецептури продуктів, обумовлюється сенсорними властивостями продуктів і може відрізнятися різними видами харчових волокон [4].

Натуральні харчові рослинні волокна збагачують продукти харчування баластовими речовинами та знижують їхню калорійність. Завдяки цим унікальним властивостям рослинна клітковина широко застосовується у низькокалорійних продуктах для функціонального харчування.

Клітковина не перетравлюється і, будучи своєрідною щіткою для організму, впливає на товстий відділ кишкового, пов'язує та виводить шлаки та токсичні речовини. Набухаючи і збільшуючись в об'ємі в кілька разів, клітковина знижує почуття голоду, сприяє швидкому насиченню, сприяє зниженню показника рівня цукру в крові при цукровому діабеті, покращує роботу кишкового, позитивно впливає на перистальтику, знижує холестерин.

Тому в даний час актуальним є розробка рецептур та технологій низькокалорійних м'ясних виробів – варених ковбас високої харчової цінності.

Мета роботи – розглянути джерела дієтичних волокон, їхній вплив на показники якості м'ясних виробів.

**Виклад основного матеріалу.** Використання харчових волокон або харчових клітковин стає останнім часом досить модним не тільки в спеціалізованих харчових продуктах, а й у поширених, масових продуктах. Ідеальною основою їх застосування є внесення в раціон людини баластних речовин, що поліпшують травлення за наявності великої кількості рафінованої їжі, мінімальна енергетична цінність, здатність зв'язувати вологу та жир, створювати певну структуру в готового продукту, і, нарешті, нешкідливість використання цих добавок.

Бамбукові волокна (клітковина) – це порошкоподібний продукт білого кольору, що отримується шляхом механічної обробки натурального бамбука, являє собою багатофункціональну харчову добавку, що замінює висококалорійні наповнювачі і знижує енергетичну цінність продукту, табл. 1.

У м'ясній промисловості клітковина бамбукова, використовується для стабілізації емульсії та збільшення виходу готового продукту та для створення волокнистої структури.

Основною задачею дослідження є оптимізація хімічного складу та органолептичних властивостей варених ковбасних виробів.



*Хімічний склад, клітковина бамбукова*

Показник	Вміст у 100 г
Харчові волокна	97,0
Білки	0,0
Жири	0,0
у т.ч. насичені	
Вуглеводи	0,1
у т.ч. цукор	0,0
Натрій	0,02
Енергетична цінність, ккал	192

**Висновки.** Обґрунтовано вибір рослинної сировини для виробництва посічених напівфабрикатів на підставі комплексного вивчення якісних характеристик бамбукової клітковини та вівсяних пластівців.

**Список використаної літератури**

1. Баль-Прилипко Л.В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 207 с.

2. Гречко В., Страшинський І. Вплив бамбукової клітковини на вологозв'язуючу здатність м'ясних фаршевих систем та органолептичні показники готових виробів. *Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій, 11–12 квітня 2019 р., м. Київ.* 2019. Ч. 1. С. 360.

3. Гречко В.В., Страшинський І.М., & Пасічний В.М. Харчові волокна як функціональний інгредієнт у м'ясних напівфабрикатах. *Технічні науки та технології.* 2019. Т. 2 (16). С. 154–164.

4. Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон А.М., Овсієнко С.М., Бондар М.М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.

**Ганна КОМІСАРОВА<sup>23</sup>,**  
студентка 2 курсу,  
факультет технології виробництва, переробки  
та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ЗБАГАЧЕННЯ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА СУМІШШЮ ПРЯНОЩІВ**

***Анотація.** У статті розглядається вплив їжі на здоров'я людини в екологічному контексті. Встановлено взаємозв'язок між технологією хлібобулочних виробів та визначено види сировини, яка використовується у виробництві житнього хліба. Досліджено вплив збагачувачів на якість хліба та біохімічні процеси. Завдяки балансу між ячмінним і пшеничним борошном житньо-пшеничний хліб традиційно має добру поживну цінність, але додавання спецій надає йому унікальних характеристик, таких як покращений аромат, смак і текстура.*

***Ключові слова:** хліб, збагачувачі, спеції, пажитник, кріп*

***Annotation.** The article examines the impact of food on human health in an ecological context. The relationship between the technology of bakery products was established and the types of raw materials used in the production of rye bread were determined. The influence of fortifiers on the quality of bread and biochemical processes was studied. Due to the balance between barley and wheat flour, rye-wheat bread traditionally has good nutritional value, but the addition of spices gives it unique characteristics such as improved aroma, taste and texture.*

***Keywords:** bread, fortifiers, spices, fenugreek, dill*

***Вступ.** Проблема доступу до здорового харчування є особливо гострою для України, адже чверть нашого населення проживає в екологічно несприятливих умовах. Після Чорнобильської катастрофи зросла кількість хвороб серця, туберкульозу та онкологічних захворювань. Стан здоров'я населення погіршується через передозування радіацією та недоїдання, через певні забруднення, а також забруднення харчових продуктів, що призводить до діабету і ожиріння. Це радіонукліди, важкі метали та інші хімічні речовини, розчинники (мийні засоби), консерванти, пестициди, нітрати та нітроти, мікотоксини, антибактеріальні та седативні речовини, регулятори росту та інші руйнівні речовини, які негативно впливають на здоров'я людини [1].*

---

<sup>23</sup>Науковий керівник – Овсієнко С.М., к. с.-г. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Виклад основного матеріалу.** При створенні продуктів харчування останнім часом звертається велика увага на те, щоб продукти мали імуномодельні, стимулюючі, радіопротекторні, антистресові, адаптогенні та інші властивості, тобто були фізіологічно функціональними. Адже саме вони містять у своєму складі інгредієнти (макро- та мікронутрієнти), яким властиве певне функціональне призначення.

Житньо-пшеничний хліб є продуктом щоденного харчування, отже надання йому функціональних, властивостей має велике соціальне значення. Це досягається використанням функціональних інгредієнтів, які підсилюють фізіологічні функції організму, зміцнює його імунну систему.

Спеції можуть бути меленими (подрібненими) або цілими частинками пряно-ароматичних рослин, які додаються у невеликих кількостях у харчових продуктах для максимізації смаку та аромату.

Спеції покращують смак і аромат їжі, прянощі активізують виділення травних соків і тим самим сприяють кращому засвоєнню їжі в організмі.

Дуже важливо використовувати спеції при малих фізичних і м'язових навантаженнях, під впливом смакових речовин та ароматизаторів відбувається активізація і нормалізація роботи всіх відділів травної системи.

Смакові речовини, забезпечуючи високі органолептичні властивості їжі, сприяють нормалізації і поліпшенню травлення в кишечнику, в результаті чого знижується інтенсивність гнилісних процесів в кишечнику і знижуються аутоінтоксикація організму.

В цьому полягає лікувальна та профілактична дія прянощів, смакових речовин та прямих овочів: завдяки оздоровленню і нормалізації стану і функції шлунково-кишкового тракту відбувається оздоровлення всього організму, нормалізується стан його внутрішнього середовища [2].

Пажитник грецький – представник сімейства Fabaceae, відома лікарська рослина, яка в культурі дає стабільні врожаї насіння. За даними літератури, в насінні даної культури міститься від 45 до 60% вуглеводів (в основному, галактоманани), 6-10% ліпідів, 20-30% білків (багатий на метіонін, аргінін, аланін і гліцин, але бідний на лізин), 5-6% стероїдних сапонінів, 2-3% алкалоїдів, 4-гідроксизолеїцин, а також ефірні масла, вітаміни А, С, В, Р, каротин, мінеральні речовини і т. д.

Лікарською сировиною є насіння пажитника грецького, однак свіже листя використовується в медичних цілях. Особливу увагу заслуговують три активно біологічні сполуки пажитника грецького: стероїдні сапоніни (діосгенін), галактоманани та 4-гідроксиізолейцин,

На думку більшості дослідників, вони мають широкий спектр біологічної активності [3,4].

Кріп традиційно відноситься до найбільш затребуваних і популярних видів зелені, попит на нього особливо високий навесні та восени. Він має приємний запах, який пояснюється вмістом ефірних олій. Крім того, кріп містить вітаміни групи В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>), вітамін С, Е і РР, D, Н провітамін А

( $\beta$ -каротин), а також незамінні та корисні органічні кислоти. Кріп багатий мікроелементами: марганцем, міддю, цинком і макроелементи: натрієм, залізом, калієм, кальцієм, магнієм і фосфором. Висока харчовою цінністю відрізняються молоді гілочки кропу з 6 до 10 листків і м'які внутрішні листки. Використовують кріп у свіжому, солоному і сушеному вигляді. Кріп на 85% складається з води, на 6,3% - з вуглеводів. Білок і клітковина важливі вони становлять відповідно 2,5% і 2,8%.

Калорійність кропу на 100 г становить 40 ккал. Кріп сприяє підвищенню апетиту, нормальному функціонуванню травної системи і підвищенню обміну речовин. Цей тип зелені включають в дієтичне харчування, рекомендується при захворюванні жовчного міхура та печінки, а також при ожирінні [5].

Важливим способом підвищення продуктивності праці та збільшення економічної ефективності виробництва є інтенсифікація технологічного процесу. Щоб прискорити процес виробництва хліба, доцільно виключити або звести до мінімуму стадії бродіння напівфабрикатів, на які витрачається до 75% загального часу [6].

Дослідження здатності дріжджів зберігати ферментативну активність за наявності суміші прянощів кропу і пажитника в кількості 3%, 5%, 7%, 10% до маси борошна показало, що оптимальне співвідношення кріп : пажитник дорівнює 1:1.

Найоптимальніший та позитивний ефект буде справляти внесення добавки в кількості 5% до маси борошна у співвідношенні кріп: пажитник = 1:1

Дріжджі перетворюють цукри борошна в спирт і вуглекислий газ, що розпушує тісто, а молочнокислі бактерії утворюють із цукрів молочну кислоту та інші органічні кислоти, підтримують рН на рівні, оптимальному для життєдіяльності дріжджів.

Також технологічна роль дріжджів полягає в утворенні етанолу та інших продуктів (оцтового альдегіду, органічні кислоти, спиртів, сивушної олії, ацетону, ефірів), які беруть участь у формуванні смаку та аромату хліба і хлібобулочних виробів.

Джерелом карбону є глюкоза, галактоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, частково рафіноза та прості декстрини, крім того, дріжджі також засвоюють етиловий спирт, молочну й оцтову кислоти. Не зброджують хлібопекарські дріжджі лактозу, пентози (ксилозу, арабінозу), крохмаль і клітковину. Джерелом нітрогену для них є амінокислоти, пептиди, солі амонію (білків не засвоюють). Дріжджі потребують ростових факторів (біотин, вітаміни групи В, вітамін К та ін.) [7].

Кріп містить білок, цукор, каротин, вітаміни групи В, збагачує середовище вітаміном РР, аскорбінову кислоту, мінеральні солі, органічні кислоти. Пажитник також містить білок, галактоманани, каротин, вітаміни групи В, РР, каротин, вітамін С, мінеральні речовини [8].

Такий хімічний склад дає підстави розглядати перспективність використання суміші спецій, як дієвих збагачувачів, як засобів удосконалення

біотехнологічних властивостей хлібопекарських дріжджів, оскільки мінеральні речовини регулюють осмотичний тиск, впливають на проникливість оболонки дріжджів, разом з вітамінами активують ферменти, що беруть участь у метаболізмі та спиртовому бродінні. Підйомна сила дріжджів становить менше 70 хв., що не перевищує вимоги ДСТУ 4812:2007 [9].

Суміш прянощів кропу та пажитнику вносять на етапі замішування тіста, що дозволяє адаптувати дріжджові клітини і молочнокислі бактерії до даного середовища.

Крім того, представлений спосіб виробництва має ряд переваг:

1) за рахунок додавання суміші спецій скорочується час бродіння закваски;

2) даний спосіб виробництва не потребує технічного переоснащення виробничої лінії.

3) сировина, яка вноситься в розроблену рецептуру не є дороговартісною;

4) зміна рецептури не значно впливає на фінансову собівартість продукту, тому що для приготування використовується лише 5% прянощів до маси борошна у співвідношенні кріп : пажитник = 1:1;

5) спосіб додавання функціональних інгредієнтів не потребує додаткових технологічних засобів обробки для запропонованої мети.

б) надання дозволу на роботу некваліфікованих працівників;

7) з додаванням спецій хліб набуває неповторного і дуже солодкого смаку та аромату, що покращує роботу шлунково-кишкового тракту та сприяє кращому травленню.

**Висновки.** Ключову роль у створенні функціонального продукту відіграє технологія та інгредієнти, якими збагатили житньо-пшеничний хліб. Застосування спеціальної суміші прянощів та збагачувачів не лише покращує смакові та ароматичні властивості хліба, але й сприяє підвищенню його харчової цінності. Хімічний склад прянощів стимулює ефективність хлібопекарських дріжджів за рахунок покращення їх біотехнологічних властивостей. Мінерали в складі спецій регулюють осмотичний тиск і проникність мембрани дріжджових клітин, а вітаміни активують ферментативні процеси, важливі для метаболізму та спиртового бродіння.

Додавання спецій не тільки покращує біохімічні процеси у тісті, але й робить хліб дуже смачним, надаючи йому оригінальний горіхово-грибний аромат. Використані збагачувачі позитивно впливають на функції шлунково-кишкового тракту, поліпшуючи перетравлення і засвоєння їжі. Збільшення кількості клітковини в хлібі та збагачення його мінералами і вітамінами робить цей продукт корисним для здоров'я.

Цей вид хліба також допомагає розширити асортимент хлібобулочних виробів на сучасному ринку, задовольняючи попит на функціональні продукти, які поєднують у собі користь для здоров'я та відмінний смак.

### Список використаної літератури

1. Сімахіна Г.О., Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів: курс лекцій. Київ : НУХТ, 2009. 310 с.
2. Мардар М. Р., Кордзя Н. Р. Медико-біологічна оцінка хліба з цільного зерна пшениці з включенням коренеплідних овочів. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 4/10 (64). С. 34-39.
3. Grover J., Yadav S., Vats V. Medicinal plants of India with anti-diabetic potential. *Journal of Ethnopharmacology*. 2002. № 1. P. 81-100.
4. Тернинко І.І., Онищенко У.Є., Кисличенко В.С., Визначення кількісного вмісту флавоноїдів у надземних частинах окремих представників родини Селерові. *Фармацевтичний часопис*. 2009. № 4. С.11-15.
5. Тернинко І.І., Кисличенко В.С., Хворост О.П. Порівняльне вивчення анатомічних діагностичних ознак трави фенхелю звичайного та кропу запашного. *Український медичний альманах*. 2011. Т. 14, № 6. С. 202-205.
6. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва: навч. посіб. Київ: «Логос», 2002. 365 с.
7. Пиріг Т. П., Решетняк Л. Р., Грегірчак Н. М. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник. Вінниця : Нова книга, 2007. 464 с.
8. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 17 с.

**Олександр ГРИЗЛІЙ<sup>24</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### ВИРОБНИЦТВО ЗДОБНОГО ПЕЧИВА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Анотація.* В даний час асортимент всіх груп кондитерських виробів значно зріс за рахунок появи виробів для здорового харчування, у тому числі лікувальних та дієтичних. Виробництво такої продукції засноване на використанні сировини, що має функціональні властивості. Найбільш затребуваною є сировина рослинного походження – продукти переробки злакових культур, плодів та овочів, які у свою чергу є джерелами необхідних для повноцінного функціонування організму речовин: білків, вітамінів,

---

<sup>24</sup>Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

мінеральних речовин та харчових волокон (ХВ). Дефіцит останніх у харчуванні людини набув поширення за рахунок рафінування багатьох життєво важливих для організму харчових продуктів. У зв'язку з цим сьогодні актуальним є розробка продуктів, що містять ХВ. Серед груп кондитерських виробів найбільш популярні у населення борошняні кондитерські вироби.

**Ключові слова:** печиво, якість, безпека, виробництво, харчові волокна, рослинна сировина.

**Annotation.** Currently, the range of all groups of confectionery products has increased significantly due to the emergence of healthy eating products, including medicinal and dietary ones. The production of such products is based on the use of raw materials with functional properties. The most popular are raw materials of plant origin - processed cereals, fruits and vegetables, which, in turn, are sources of substances necessary for the proper functioning of the body: proteins, vitamins, minerals and dietary fiber (HF). The deficit of the latter in human nutrition has become widespread due to the refining of many vital food products for the body. In this regard, the development of products containing HF is relevant today. When creating such products, it is necessary to create conditions to ensure regular consumption of sources of deficient nutrients by all categories of the population.

**Key words:** cookies, quality, safety, production, dietary fiber, plant-based raw materials.

**Вступ.** Утворення тіста є складним колоїдно-хімічним процесом [1]. Загальна ознака підвищення ефективності процесу приготування будь-якого виду тіста є максимально можливим диспергуванням і рівномірним розподілом компонентів у всьому обсязі [2]. При існуючих способах виробництва в тістомісильній машині паралельно проходять масопереніс (змішування), дезагрегування, фазові переходи та колоїдні процеси, які протікають одночасно і накладаються один на одного. У цьому вся причина тривалості стадії тістоутворення, низької однорідності розподілу компонентів як наслідок, нестабільної якості готових виробів [3]. Основною вимогою до оптимізації процесу тістоутворення є створення двох сировинних потоків: суміші сипких компонентів та емульсії з мінімальною в'язкістю та високою однорідністю [4].

Емульсія – складається з двох взаємно нерозчинних рідин, одна з яких у вигляді дрібних крапельок розподілена в іншій [1]. Диспергування рідини призводить до збільшення її поверхні, і тим більшому, ніж дрібніші частки дисперсної фази. Завдяки величезному збільшенню поверхні розділу між двома рідинами система, набуває великого запасу вільної поверхневої енергії. Однак вона перебуває у стані істинної рівноваги лише у разі мінімальної вільної енергії. Це може статися двома шляхами: скороченням сумарної поверхні розділу між фазами при злитті дрібних крапель дисперсної фази в більш крупні, тобто за рахунок зміни ступеня дисперсності системи або зміною міжфазної енергії при збереженні загальної поверхні розділу додаванням третьої речовини

– поверхнево активної речовини . Якщо додана речовина зменшує енергію, вона концентрується на поверхні розділу, якщо ж збільшує – то в об’ємі фази. Стійка емульсія виходить у разі, коли на поверхні всіх крапель утворюється стабілізуюча адсорбційна плівка, що механічно перешкоджає агрегуванню та коалесценції крапель. Утворена емульгатором адсорбційна оболонка, сольватирована, як дисперсною фазою, так і дисперсійним середовищем, розглядається як самостійна третя фаза, що поділяє в емульсії водне та жирове середовище. Наявність цієї плівки виключає можливість злиття крапельок. Утворенню адсорбційної плівки межі розділу фаз сприяє зниження поверхневого натягу [2]. Технологія виробництва печива включає такі основні стадії: приготування емульсії, заміс тіста, формування напівфабрикатів та випічку. Технології приготування емульсій різних сортів печива мають суттєві відмінності. Для здобних сортів печива характерний великий вміст цукру та жиру, низька вологість тіста, що не дозволяє попередньо розчинити рецептурну кількість цукру. У зв’язку з цим широко поширені способи приготування емульсій [3], що полягають у попередній підготовці жирового компонента в збивальній машині протягом 10 хв, з поступовим додаванням решти рецептурної сировини. Замість із борошном триває протягом 1 – 2 хв.

**Виклад основного матеріалу.** Важливим завданням, що стоїть перед кондитерською промисловістю, є розробка нових виробів з метою вдосконалення структури асортименту, економії дефіцитних видів сировини, зниження цукро місткості, створення виробів лікувально-профілактичного призначення, дитячого асортименту, виробів з більш тривалим терміном зберігання.

Одним із вирішень цієї проблеми є використання нової сировини. При розробці рецептур кондитерських виробів функціонального, профілактичного напрямку в основному використовується сировина рослинного походження як джерело білкових та мінеральних речовин, вітамінів, жирів а також засвоєваних вуглеводів.

Пектини як желуючі та згущувальні речовини є ключовими харчовими добавками у кондитерському виробництві. Вони мають в 1,5 рази більш високу емульгуючу здатність, ніж яечний білок. На їх основі розроблені корисні дієтичні продукти – низькокалорійний джем та пудинг.

«Широко використовується обліпихове борошно, у виробництві заварних пряників. Його вводять у гарячий сироп після додавання маргарину. Пряники з борошна пшеничного першого сорту з додаванням 10 % обліпихового борошна залишаються свіжими протягом тривалого часу. Нутове борошно застосовується у виробництві вафель, дієтичних пряників, печива борошно білого ячмінного солоду – у виробництві БКВ із заварного тіста».

В результаті досягається підвищення дієтичних властивостей пісочного печива, а також зниження його собівартості. Застосування пшеничного борошна другого сорту у зазначених кількостях забезпечує дієтичні властивості готового виробу. Це борошно містить підвищену кількість периферійних



частин зернівки, багатих на ХВ, мінеральними речовинами та білково-вітамінними компонентами.

Для надання готовим виробам горіхового смаку беруть амарантове борошно в кількості 50 – 70 % загальної рецептурної норми борошна, а для надання готовим виробам "вафельного хрускоту" використовують амарантове борошно грубого помелу. Отримують вироби з підвищеною поживною цінністю та високими смаковими якостями. Борошно амаранту перевершує борошно пшениці та кукурудзи за вмістом білка та незамінних амінокислот у 1,6 та 1,8 рази відповідно, а також за кількістю ХВ. З метою підвищення харчової цінності амарантове, пшеничне 1-го гатунку борошно у співвідношенні 3,75:4,2:1 використовується у виробництві цукрового печива». «При виробництві кондитерських виробів профілактичної спрямованості використовують також шрот амаранту, багатий на клітковину та інші важливі макро- та мікро елементи. Внесення шроту амаранту в помадку дозволяє підвищити поживну цінність виробів, при цьому вміст у 100 г цукерок баластних речовин становить 2,8 г». У суміш із цукру, вершкового масла і меланжу додатково вносять борошняний порошкоподібний напівфабрикат, отриманий шляхом напилення борошна на фруктовий або овочевий сік або пюре в потоці гарячого повітря. Фруктовий, овочевий сік або пюре містять багато пектину, що дозволяє збалансувати склад печива за поживними речовинами, знизити собівартість та полегшити засвоюваність. Це дозволяє підвищити якість печива за органолептичним та фізико-хімічним показниками» [4].

У статті запропонована нова рецептура та технологія приготування високов'язкої термостабільної фруктової начинки з додаванням рослинної клітковини та комплексної суміші гідроколоїдів. «В США запатентовано спосіб виробництва печива, що включає дієтичні гель волокна, воду та ліпід. Дієтичні гелі волокна застосовуються також для зменшення калорійності в кондитерських виробках, таких як шоколадного льодяника, тістечок з горіхами».

Розроблені вироби розширюють можливість науково обґрунтованого формування спеціальних раціонів із включенням пропонованих борошняних продуктів для підприємств громадського харчування, організованих дитячих та дорослих колективів, які проживають в екологічно несприятливих регіонах. Постійне включення цих виробів до раціону людини забезпечить масову профілактику населення від агресивних агентів довкілля. Успішне вирішення цих складних завдань можливе лише за умови дуже тісної співпраці технологів харчової промисловості зі спеціалістами з гігієни харчування та хімії харчових продуктів.

Функціональні характеристики ХВ засновані з їхньої сорбційної можливості, тобто здатності пов'язувати та виводити з організму через шлунковокишковий тракт з лікувальною або профілактичною метою ендогенні та екзогенні речовини надмолекулярних структур та клітин. Враховуючи це

положення проведено дослідження щодо визначення безпеки сорбційної здатності ХВ внесених в рецептури печива в ході технологічного процесу.

**Висновки.** Кондитерські вироби – найпопулярніші продукти, що користуються постійним попитом населення. Харчові волокна – комплекс целюлози, геміцелюлоз, пектинових речовин, лігніну та супутніх їм речовин, що формує клітинні стінки рослин, не руйнується у шлунку та тонкій кишці. Вони містяться у продуктах переробки зерна, фруктів, ягід, водоростей, а також у побічних продуктах переробки зерна, листяної та хвойної деревини, травах та ін. сільськогосподарських культурах. Результати проведених комплексних досліджень щодо можливості використання харчових волокон у виробництві здобних сортів печива функціонального призначення показали їх позитивний вплив.

### Список використаної літератури

1. Апет Т.К. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів. Київ 2002. 169 с
2. Драчева Л.В. Біологічно активні добавки до їжі: функція «харчових» ліків. *Харчова промисловість*. 2006. № 11. С. 56.
3. Кочеткова А.А. Сучасна теорія позитивного харчування та функціональні продукти. *Харчова промисловість*. 2020. № 4. С.20.
4. Красильников В.М. Пісочні напівфабрикати з люпиновим борошном. *Хлібопечення*. 2008. № 6. С. 16.

Дмитро ДАЩЕНКО<sup>25</sup>,  
магістр 1-го року навчання,  
факультет технології виробництва,  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### МІКРОБІОЛОГІЯ КЕФІРУ

**Анотація.** Кефір є складним біотехнологічним продуктом, що утворюється в результаті симбіотичного зброджування молока кефірними грибами, які містять широкий спектр корисних мікроорганізмів, включаючи молочнокислі бактерії, дріжджі та оцтовокислі бактерії. Цей ферментований напій характеризується високим вмістом пробіотиків, які відіграють ключову роль у підтримці здорової мікрофлори кишечника. Завдяки наявності корисних бактерій і низькому рівню лактози, кефір має позитивний вплив на травну систему, поліпшуючи засвоєння їжі та сприяючи захисту від патогенних

---

<sup>25</sup>Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

мікроорганізмів. Наукові дослідження підтверджують його потенціал у профілактиці метаболічних, серцево-судинних захворювань та в підтримці імунної системи.

**Ключові слова:** кефір, пробіотики, пребіотики, мікробіологічні процеси.

**Annotation.** *Kefir is a complex biotechnological product formed through the symbiotic fermentation of milk by kefir grains, which contain a wide range of beneficial microorganisms, including lactic acid bacteria, yeasts, and acetic acid bacteria. This fermented beverage is characterized by its high probiotic content, which plays a key role in maintaining a healthy intestinal microbiota. Due to the presence of beneficial bacteria and its low lactose content, kefir has a positive impact on the digestive system, improving food absorption and providing protection against pathogenic microorganisms. Scientific research confirms its potential in the prevention of metabolic and cardiovascular diseases and in supporting the immune system.*

**Key words:** kefir, probiotics, prebiotics, microbiological processes.

**Вступ.** Мікробіологія кефіру є важливою галуззю досліджень, оскільки кефір є продуктом, який швидко псується через ріст мікроорганізмів. Основні аспекти мікробіології кефіру включають в себе дослідження мікробіологічних процесів у виробництві кефіру, вивчення впливу мікроорганізмів на якість та тривалість зберігання кефіру, а також контроль за мікробіологічними показниками якості кефіру.

З мікробіологічної точки зору, кефір є багатим джерелом пробіотичних культур, які сприяють підтримці здорової кишкової мікрофлори людини. Його мікрофлора здатна інгібувати розвиток патогенів, що робить цей продукт важливим елементом функціонального харчування. Мікробіологічні процеси у кефірі продовжуються навіть після його виробництва, тому цей продукт має потенціал для покращення травлення, зміцнення імунної системи та профілактики низки захворювань.

Отже, мікробіологія кефіру включає в себе як вивчення мікробних процесів у виробництві, так і контроль якості та безпеки продукту для споживання.

**Виклад основного матеріалу.** Кефір - це традиційний ферментований молочний продукт, який утворюється в результаті біохімічних процесів, що відбуваються під впливом унікального комплексу мікроорганізмів. Його мікробіологічний склад включає молочнокислі бактерії, дріжджі, а також оцтовокислі бактерії, які разом створюють унікальну симбіотичну екосистему. Кефірні грибки (кефірні зерна) є ключовими в процесі ферментації і складаються з полісахаридного матриксу, в якому живуть ці мікроорганізми. Виробництво кефіру є складним мікробіологічним процесом, де різні штами бактерій та дріжджів взаємодіють, забезпечуючи багатий хімічний склад і корисні властивості цього продукту.

Процес молочнокислого бродіння є ключовим для утворення кефіру. Молочнокислі бактерії використовують лактозу (молочний цукор) як джерело енергії, перетворюючи її на молочну кислоту. Це призводить до коагуляції білків молока, зокрема казеїну, утворюючи густу текстуру кефіру. Під час цього процесу також утворюються побічні продукти, такі як діацетил і ацетоїн, що додають кефіру характерний аромат і смак [1].

Кефір є потужним пробіотичним продуктом, оскільки містить живі бактерії та дріжджі, які мають позитивний вплив на здоров'я людини. Пробіотики допомагають підтримувати баланс мікрофлори кишечника, сприяють кращому засвоєнню поживних речовин і захищають організм від патогенних мікроорганізмів. Дослідження також вказують на те, що регулярне вживання кефіру може знизити ризик розвитку дисбактеріозу, покращити функцію імунної системи та знизити ризик розвитку інфекційних захворювань.

Процес виробництва кефіру починається з інокуляції молока кефірними грибами, які містять симбіотичну суміш бактерій та дріжджів. Ферментація зазвичай відбувається при температурі близько 20–25°C протягом 12–48 годин. В результаті ферментації зростає кислотність молока, що спричиняє згортання білків і утворення характерної консистенції.

Температура ферментації та тривалість процесу впливають на склад кінцевого продукту. Висока температура і тривала ферментація призводять до підвищеного вмісту молочної кислоти та етанолу, що робить смак кефіру більш інтенсивним. Після ферментації кефір зазвичай охолоджується, що уповільнює активність мікроорганізмів та продовжує термін його зберігання.

Кефір є не тільки смачним і поживним продуктом, але й цінним джерелом біоактивних сполук. У ньому містяться білки, вітаміни, мінерали та пробіотики, що робить його корисним для здоров'я. Він сприяє нормалізації травлення, покращенню імунітету та профілактиці різних захворювань, таких як серцево-судинні та метаболічні порушення. Пробіотики в кефірі також підтримують здорову мікрофлору кишечника, що має важливе значення для загального стану здоров'я [2].

Кефір унікальний тим, що в ньому співіснують різноманітні мікроорганізми: молочнокислі бактерії, дріжджі та оцтовокислі бактерії. Цей симбіоз створює специфічний баланс між кислотністю і газоутворенням, що робить кефір одночасно освіжаючим і м'яким за смаком.

Закваску для кефіру створюють з кефірних грибків - це білі або жовтуваті шматочки, які містять цілий комплекс мікроорганізмів. Вони живуть разом у біологічній взаємодії, яка називається симбіозом. Це складні структури, які виглядають як маленькі квіточки або грудочки. Процес ферментації кефіру можна описати як складний біотехнологічний процес, де ключову роль відіграють молочнокислі бактерії. Вони зброджують лактозу - молочний цукор, утворюючи молочну кислоту, яка знижує рівень рН і забезпечує кислуватий смак продукту. Під час ферментації дріжджі виробляють невелику кількість етанолу та вуглекислий газ. Це робить кефір злегка газованим, і саме це

газоутворення створює характерну легку шипучість напою, що особливо освіжає у спекотну погоду. Однією з головних переваг кефіру є його пробіотичний ефект. Пробиотики - це живі мікроорганізми, які сприяють збереженню здорової мікрофлори кишечника. Це допомагає поліпшити травлення, підвищити імунітет і навіть вплинути на настрій через зв'язок між кишечником та мозком [3].

Кефір є прекрасним варіантом для людей з непереносимістю лактози. Завдяки ферментації рівень лактози в кефірі значно знижується, що робить його більш доступним для тих, хто не може пити звичайне молоко. Молочнокислі бактерії допомагають розщеплювати лактозу під час ферментації. Одним із важливих показників гігієнічної якості є відсутність у ньому Кефір містить високу концентрацію білків, які легко засвоюються організмом. Казеїн, основний білок молока, коагулює під впливом молочної кислоти, утворюючи м'яку, гелеподібну текстуру. Цей білок сприяє відновленню м'язів і підтримці відчуття ситості. Дослідження показують, що регулярне вживання кефіру може зміцнити імунну систему. Це пов'язано з високим вмістом корисних бактерій і ферментів, які підвищують опірність організму до інфекцій та захворювань. Кефір має природні антимікробні властивості завдяки продуктам метаболізму молочнокислих бактерій, таких як лактат і ацетат. Ці речовини можуть пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів, що робить кефір корисним для захисту від інфекцій кишечника [4].

Ферментація кефіру починається із заселення молока кефірними грибками. Вони діють як каталізатор, зброджуючи лактозу (молочний цукор) і перетворюючи її на молочну кислоту. Це не лише створює характерний кислуватий смак кефіру, але й сприяє коагуляції білків молока, формуючи його кремову текстуру. Кефір містить понад 30 різновидів бактерій і дріжджів, які співіснують у симбіозі. Молочнокислі бактерії, такі як *Lactobacillus* та *Lactococcus*, відповідають за молочну ферментацію, а дріжджі, такі як *Saccharomyces*, сприяють виділенню газів, що додає кефіру легкої газованості. Традиційно виробництво кефіру починається з додавання кефірних грибків до молока, яке потім залишається на кілька годин для ферментації при кімнатній температурі. За цей час відбувається активне зброджування, і продукт набуває густоти та кислинки. На промислових підприємствах цей процес ретельно контролюється, щоб досягти стабільної якості. Молочнокислі бактерії кефіру сприяють розщепленню лактози, що робить кефір більш прийнятним для людей з лактозною непереносимістю. Більшість бактерій кефіру є пробіотичними, тобто вони допомагають підтримувати баланс мікрофлори кишечника, знижують рівень патогенів і покращують травлення [6].

Під час бродіння кефірні бактерії виробляють молочну кислоту, вуглекислий газ, невеликі кількості етанолу та інші органічні кислоти. Ці продукти відіграють важливу роль у формуванні смаку і структури кефіру. Молочнокислі бактерії, що містяться в кефірі, можуть знижувати рівень «поганого» холестерину, а також допомагають підтримувати здоров'я серцево-

судинної системи, сприяючи зменшенню ризику серцево-судинних захворювань. Завдяки антимікробним властивостям, кефір використовується для лікування дисбактеріозу, відновлення мікрофлори після антибіотикотерапії та інших порушень травної системи. Його регулярне вживання сприяє поліпшенню загального самопочуття та захисту від інфекцій. Кефір є джерелом важливих поживних речовин, таких як кальцій, магній, фосфор, вітаміни групи В та D. Вітамін В<sub>12</sub>, що міститься в кефірі, важливий для підтримки нервової системи і кровотворення. Виробництво кефіру є екологічно чистим процесом, оскільки воно не потребує значної кількості ресурсів. Це робить кефір привабливим продуктом як для споживачів, так і для екологічно свідомих виробників. Кефір є складним ферментованим молочним продуктом, який завдяки своїй багатій мікробіологічній структурі привертає увагу дослідників. Протягом останніх десятиліть його мікробіологія стала предметом багатьох наукових досліджень через широкий спектр корисних властивостей та його потенціал для здоров'я [7].

Наукові дослідження показують, що пробіотики, присутні в кефірі, мають сильний вплив на імунну систему. Наприклад, вони здатні підвищувати активність макрофагів і стимулювати вироблення цитокінів, що сприяє боротьбі організму з інфекціями. У процесі ферментації мікроорганізми кефіру взаємодіють один з одним у симбіозі. Ця взаємодія покращує ефективність ферментаційного процесу і збільшує рівень корисних продуктів, таких як амінокислоти та вітаміни. Дослідження показують, що вживання кефіру може сприяти нормалізації рівня глюкози та інсуліну в крові, що робить його корисним для людей з метаболічними порушеннями, включаючи діабет. Окрім пробіотичних властивостей, кефір має потужну антимікробну дію, що сприяє пригніченню росту патогенних бактерій, таких як *Escherichia coli* та *Salmonella*. Це пов'язано з утворенням органічних кислот, перекису водню та бактеріоцинів. Дослідження показують, що кефір може мати протиракові властивості завдяки здатності пробіотиків пригнічувати ріст ракових клітин. Пробиотики сприяють посиленню імунної відповіді та зниженню окислювального стресу в організмі. Кефір сприяє розщепленню білків та жирів, що полегшує процес травлення. Це особливо корисно для людей з порушенням функції підшлункової залози або іншими проблемами з травленням.

Останнім часом вивчається можливий вплив кефіру на мозок та психічне здоров'я. Дослідження показують, що пробіотики можуть впливати на вироблення нейромедіаторів, таких як серотонін, тим самим поліпшуючи настрій та зменшуючи тривогу. Завдяки ферментаційному процесу, кефір збагачений вітамінами групи В, зокрема вітаміном В<sub>12</sub>, фолієвою кислотою та біотином. Вітамін В<sub>12</sub> є особливо важливим для підтримки здоров'я нервової системи та кровотворення [8].

Через наявність пробіотиків і ферментів, кефір часто використовується в косметології для покращення стану шкіри. Він може допомагати боротися з акне, зменшувати запалення та сприяти регенерації клітин шкіри. Кефір містить

потужні антиоксиданти, які допомагають знижувати окислювальний стрес і запобігають пошкодженню клітин, спричиненому вільними радикалами. Це важливо для профілактики передчасного старіння та розвитку хронічних захворювань.

Вживання кефіру після курсу антибіотиків допомагає швидко відновити баланс корисних бактерій у кишечнику, що знижує ризик розвитку дисбактеріозу та інших ускладнень. Кефір може допомогти зменшити симптоми харчової алергії завдяки своєму впливу на імунну систему і зниженню запальних процесів у кишечнику [9].

Промислове виробництво кефіру контролюється суворими стандартами для забезпечення постійної якості продукту. Ретельний контроль процесу ферментації та вмісту мікроорганізмів забезпечує безпеку продукту і його корисні властивості.

Одним з найцікавіших аспектів є складна екологічна структура симбіозу мікроорганізмів, що входять до складу кефіру. Кефірні зерна складаються з полісахаридного матриксу, де співіснують численні види бактерій та дріжджів. Важливим аспектом є їх здатність спільно розвиватися, створюючи стабільне середовище, яке підтримує зростання різних видів мікроорганізмів.

У недавніх дослідженнях використовували методи секвенування геномів для детального вивчення генетичних властивостей бактерій кефіру. Було виявлено, що багато з цих мікроорганізмів мають унікальні гени, відповідальні за вироблення антимікробних сполук, що пояснює захисні властивості кефіру щодо патогенів.

Один з ключових побічних продуктів ферментації – ацетальдегід, який надає кефіру характерного смаку.

У той час як ацетальдегід в інших продуктах може вважатися токсичною сполукою, його кількість у кефірі є безпечною і відіграє важливу роль у формуванні органолептичних властивостей продукту.

Молочнокислі бактерії у кефірі здатні розщеплювати лактозу на простіші цукри, що робить його безпечним для людей із непереносимістю лактози. Це є однією з основних причин, чому кефір є популярним серед таких споживачів, оскільки він знижує симптоми лактозної непереносимості.

Дослідження показали, що дріжджі у кефірі не лише ферментують цукри, але й виділяють різні сполуки, які стимулюють зростання молочнокислих бактерій. Це робить кефір унікальним серед інших ферментованих молочних продуктів, оскільки забезпечує стабільний і гармонійний розвиток обох груп мікроорганізмів.

Одним із цікавих досліджень є біосинтез кефірану – полісахариду, який утворюється під час ферментації кефіру. Кефіран має антиоксидантні, імуномодулюючі та протизапальні властивості, що додає кефіру не лише харчової цінності, але й терапевтичного потенціалу.

**Таблиця 1****Дослідження органолептичних властивостей кефіру з різною масовою часткою жиру**

<i>Зразок</i>	<i>Смак і запах</i>	<i>Колір</i>	<i>Консистенція</i>
Кефір 1,5-2,5% жирності (середньої жирності)	Смак легкий, кислий, але менш насичений, оскільки жир робить смак більш "гладким", легкий молочний запах з кислинкою	Білий або злегка прозорий	Досить рідка, може бути злегка водянистою через низький вміст жиру
Кефір 3,2% жирності (повножирний)	Смак більш насичений, кисломолочний, з приємною маслянистою ноткою, інтенсивний кисломолочний запах з кремовими нотками	Однорідний білий, іноді може мати легкий кремовий відтінок через високий вміст жиру	Густа, кремова, гладка, завдяки вищому вмісту жиру.
Кефір 6% жирності (високожирний)	Смак дуже насичений, маслянистий, з меншою кислотністю завдяки високому вмісту жиру, інтенсивний, приємний молочний запах з виразними вершковими нотками	Білий з кремовим відтінком	Дуже густа, майже як сметана, кремова і щільна кількість крупинок

Сучасні дослідження зосереджені на використанні кефірних культур для розробки нових функціональних продуктів. Наприклад, кефірні зерна можуть бути використані для ферментації не тільки молока, але й рослинних продуктів, таких як кокосове молоко або соєве молоко, що створює нові можливості для розвитку безлактозних продуктів із пробіотичними властивостями [10].

Смак і запах усіх зразків були чистими, без сторонніх присмаків і запахів, що характерно для кефіру.

**Висновки.** Таким чином, мікробіологія кефіру є складною взаємодією різних мікроорганізмів, які забезпечують не тільки унікальні органолептичні властивості, але й численні корисні ефекти для здоров'я людини. Кефір – це більше, ніж просто напій; це пробіотичний продукт, який забезпечує збалансоване харчування і підтримує мікробіологічну рівновагу, що дозволяє забезпечити споживачам безпечний та високоякісний продукт.

### Список використаної літератури

1. Грищенко В.В. Молочнокисла ферментація і її значення у виробництві молочних продуктів. Київ: Аграрна освіта, 2018. 245 с.
2. Стеценко Н.М. Фізико-хімічні властивості та якість молока і молочних продуктів. Харків: Основа, 2015. 143 с.
3. Ткаченко Л.О. Кефір: технологія виробництва та вплив на здоров'я. Одеса: Чорноморська школа, 2019. 87 с.



4. Кравченко Ю.С. Технологія переробки молока і виробництва кефіру. Львів: Поліграфічний інститут, 2017. 55 с.
5. Демченко І.В. Продукти кисломолочного бродіння: властивості та застосування. Київ: Наукова думка, 2020. 314 с.
6. Павловська О.В. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Дніпро: Наукове видавництво ДНУ, 2016. 288 с.
7. Голик І.М. Технологія виробництва кисломолочних продуктів. Суми: Сумський державний університет, 2019. 169 с.
8. Золотаренко В.О. Біохімічні процеси в молочних продуктах. Київ: Видавництво НУХТ, 2017. 126 с.
9. Бережна Л.А. Функціональні молочні продукти та їх вплив на здоров'я людини. Полтавський університет економіки і торгівлі. 2018. 34 с.
10. Кучма Р.В. Якість та безпечність молочних продуктів. Ужгород: Карпатське видавництво, 2021. 177 с.

**Вадим ДОХНЯНСЬКИЙ<sup>26</sup>,**  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва, переробки  
та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### **КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЧЕВИЦІ**

***Анотація.** Важливою складовою повноцінної життєдіяльності, особливо в умовах сьогодення, є необхідність забезпечення людства високоякісним харчуванням. Високоякісне харчування — це забезпечення організму людини всіма необхідними речовинами. Особливо гостро сьогодні відчувається проблема нестачі білків, саме повноцінних за амінокислотним складом. Сировиною, яка відповідає всім цим вимогам є сочевиця. Унікальна бобова культура.*

***Ключові слова:** бобові, сочевиця, білок, склад, калорійність*

***Annotation.** An important component of a full-fledged life, especially in today's conditions, is the need to provide humanity with high-quality nutrition. High-quality nutrition means providing the human body with all the necessary substances. Today, the problem of a lack of proteins, especially complete in terms of amino acid composition, is particularly acute. The raw material that meets all these requirements is lentils. A unique bean culture.*

***Key words:** legumes, lentils, protein, composition, calorie content*

---

<sup>26</sup>Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Вступ.** У комплексі заходів, що спрямовані на вирішення проблеми, пов'язаної із забезпеченням населення високобілковою продукцією, важливу роль відіграють: ефективне використання потенціалу природно-кліматичних зон, оптимальне розміщення виробництва зернобобових культур за регіонами, оскільки ці культури, внаслідок різних біологічних властивостей і морфологічних ознак, характеризуються неоднаковими вимогами щодо умов вирощування.

Традиційним шляхом покращення якості продуктів харчування та збільшення в них вмісту білків є комбінування білоксодержавних систем з використанням рослин, де найбільшу популярність набули зернобобові, олійні та злакові культури.

Мета роботи – вивчення функціональних властивостей сочевиці, як джерела біологічно активних речовин.

**Виклад основного матеріалу.** Червона сочевиця (рис. 1) По іншому її називають «Єгипетська». Вона містить у своєму складі велику кількість заліза, через те, її рекомендують включати до складу раціону людям, які мають проблеми кровотворення.

Червона сочевиця частіше всього використовується для супів, рагу, пюре. Вживання червоної сочевиці покращує пам'ять і концентрацію уваги Цей сорт сочевиці вариться швидко. Популярні страви з червоної сочевиці – пюре або суп.



**Рис. 1. Червона сочевиця**

Оскільки сочевиця червона містить в своєму складі білок, при цьому має низьку калорійність, незамінним є використання даного виду бобових в процесі похудання.

Коричнева сочевиця (рис. 2) – самий популярний сорт сочевиці. Має тонкий горіховий аромат. Даний вид сочевиці є не зовсім дозрілим, Тому вона в процесі приготування швидко вариться і її легко переварити. Вона є універсальною. Використовується при приготуванні супів, соусів, салатів, Гарнірів – пюре.



*Рис. 2. Сочевиця коричнева*

Жовта сочевиця (рис. 3) – за харчовими властивостями даний вид сочевиці подібний до червоної, використовується рідше, частіше для розмаїття кольорів. Дуже швидко вариться, використовується для приготування салатів, супів.



*Рис. 3. Сочевиця жовта*

Зелена сочевиця (рис. 4) – деколи помилково її називають «французькою сочевицею» але це не так. Зелену сочевицю через незрілість зерен часто використовують для салатів. Вона має сильний пряний смак та аромат. Практично не розварюється. Процес варіння тривалий. Гармонійно поєднується з травами і спеціями, часником і цибулею.



*Рис. 4. Сочевиця зелена*

Сочевиця «Білуга» (рис. 5) - з усіх сортів сама мілка, чорний колір, найдовше вариться, не розварюється. Оскільки у процесі приготування ця сочевиця не втрачає форму, то її частіше всього використовують у салатах та гарнірах.



*Рис. 5. Сочевиця чорна*

Сочевиця Дю «Пюї» (рис. 6) – це сочевиця великих розмірів сірувато-зеленуватим кольором. «Французька сочевиця»



*Рис. 6. Сочевиця Дю «Пюї»*

**Висновки.** Сочевиця, користь якої було оцінено ще кілька століть тому, здатна лікувати людей. Цілющі властивості рослини пояснюються її багатим хімічним складом. Рослина вважається низькокалорійною, але, при цьому, дуже багата на білок, вуглеводи, вітаміни, макро- та мікроелементи.

### **Список використаної літератури**

1. Атанасова В.В. Зміна властивостей сочевиці під час біоактивації. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки*. 2015. Вип. 15, Т. 1. С. 96-102.

2. Альтернативні джерела білків. Бобові. Горіхи. Гриби. Соя. Тофу [Електронний ресурс] : науково допоміжний бібліографічний показник двома мовами 1970-2020 рр. / упоряд. Т.П. Фесун; Наук.-техн. б-ка; Нац. ун-т харч. технологій. Київ, 2020. 191 с.

3. Тележенко Л.М. Дослідження якості пророщеного зерна сочевиці при холодильному зберіганні. *Наукові праці ОНАХТ*. Вип. 39, Т. 1. С. 270-273.

**Олександр ЛЕСИК<sup>27</sup>,**  
студент 4 курсу  
факультету технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **РОЛЬ МОЛОКА В ХАРЧУВАННІ ТА ПОЛІПШЕННІ ЗДОРОВ'Я ЛЮДСТВА**

***Анотація.** Незбалансоване харчування і пов'язані з ним хвороби – проблема, що здавна супроводжує людство і досі не вирішена. Насиченість раціону поживними речовинами є дуже важливою, особливо на певних етапах життя людини - під час вагітності чи лактації, в дитинстві або в старшому віці. Щоденної потреби організму людини у вітамінах, мікро- та макроелементах неможливо досягти лише за рахунок рослинної їжі. Згідно зі звітом Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), вирішити питання збалансованого харчування без ризику для здоров'я можна завдяки включенню до раціону продуктів тваринного походження - м'яса, яєць, молока та молочних продуктів. Проаналізуємо більш детально висновки зі звіту\_ФАО «Внесок їжі тваринного походження в здоровий раціон для покращення харчування та вплив на здоров'я» щодо молока та молочних продуктів.*

***Ключові слова:** молоко, молочні продукти, вітаміни, харчування*

***Annotation.** Unbalanced nutrition and related diseases are a problem that has long been accompanying humanity and has not yet been solved. The saturation of the diet with nutrients is very important, especially at certain stages of a person's life - during pregnancy or lactation, in childhood or old age. The daily need of the human body for vitamins, micro- and macroelements cannot be achieved only through plant foods. According to the report of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the issue of balanced nutrition without risk to health can be solved by including animal products in the diet - meat, eggs, milk and dairy products. Let us analyze in more detail the conclusions from the FAO report "The Contribution of Foods of Animal Origin to Healthy Diets for Improved Nutrition and Health Impact" regarding milk and dairy products.*

***Keywords:** milk, dairy products, vitamins, nutrition*

***Вступ.** Недоїдання у всіх його формах є глобальною проблемою, яка має серйозні наслідки для здоров'я, розвитку людини та економіки країн.*

---

<sup>27</sup>Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

«Одна десята частина населення світу стикається з голодом. Три мільярди людей не можуть дозволити собі здорове харчування. При цьому кожна третя людина має надлишкову вагу або ожиріння, майже чверть дітей до п'яти років відстає в рості, а на анемію страждає понад півмільярда жінок. Незважаючи на те, що всі форми недоїдання мають різні причини, здорове харчування має вирішальне значення для запобігання їм усіх», - йдеться в документі.

На сьогодні цільові показники щодо харчування, встановлені Всесвітньою асамблеєю охорони здоров'я до 2030 року, не досягаються. Окрім анемії серед жінок, іншою проблемою є надмірна вага серед дітей віком до п'яти років. Так, надмірну вагу мають 14,6% дітей і підлітків у всьому світі, а ожиріння - 4,3%. Різко зросло ожиріння серед дорослих. Відсоток дітей, народжених з низькою вагою, залишається стабільним і в найближчій перспективі не зменшиться [1]. Щорічно 41 млн людей помирає від неінфекційних захворювань – приблизно 71% усіх смертей у світі. Понад 80% передчасних смертей від неінфекційних захворювань зумовлені серцево-судинними захворюваннями, онкологією, хворобами органів дихання та діабетом.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одним з головних факторів ризику захворюваності та смертності є нездорове харчування. При цьому кількість людей, які недоїдають, лише за рік збільшилася на 118 млн людей і загалом становить близько 811 мільйонів у всьому світі.

Але окрім явного голоду існує і прихований - це харчування, бідне на мікро- та макроелементи, вітаміни, тобто таке, що має дефіцит основних поживних речовин, необхідних організму людини, що загрожує важкими та навіть небезпечними для життя станами, такими як анемія, ксерофтальмія, остеопороз та порушення імунної функції. Водночас більшість поживних мікроелементів людина отримує з їжі, оскільки організм або не виробляє їх, або виробляє в недостатніх кількостях. Деякі мікроелементи не можуть зберігатися в організмі тривалий час, наприклад, водорозчинні вітаміни. Тому регулярне споживання продуктів, багатих на ці мікроелементи, необхідне, щоб уникнути дефіциту.

Існує цілий ряд харчових моделей, які можуть задовольнити потреби людини в поживних речовинах протягом життя, але саме в їжі тваринного походження присутні високоякісний білок, жирні кислоти, вітаміни та мінерали, які є більш доступними.

Людство споживає продукти тваринного походження протягом останніх 2 мільйонів років, і на первісному етапі вони сприяли важливим фізіологічним змінам: збільшенню зросту та маси тіла, зміні постави та об'єму головного мозку. З еволюцією людини частка тваринної їжі коливалася, на певних етапах вона становила половину чи третину раціону.

Початок 21-го століття відзначився більшим доступом до обробленої їжі. Споживання жиру та рафінованого цукру стало більшим, клітковини - меншим. Проте за сучасним визначенням раціон людини вважається здоровим, якщо має

відповідний баланс продуктів, необхідних для досягнення оптимального росту та розвитку, задоволення фізіологічних потреб, підтримки фізичних, розумових здібностей і соціального добробуту на всіх етапах життя. Здорове харчування - різноманітне, збалансоване, засноване на поживних продуктах та безпечне [2].

Здорова дієта у дитини починається із харчування матері на етапі грудного вигодовування. Дієта жінки заснована на великій різноманітності необроблених або мінімально оброблених харчових продуктах, включає цілнозернові, бобові, горіхи та багато фруктів і овочів, помірну кількість яєць, молочних продуктів, птиці і риби, і невелику кількість червоного м'яса; безпечну та чисту питну воду. Здорова дієта задовольняє потреби в енергії та поживних речовинах, містить мінімальний рівень патогенів чи токсинів для дитини. Водночас розповсюдження різних видів їжі у світі не є рівномірним, а деякі види взагалі відсутні в певних регіонах. Так, худоба пристосована до розведення у різних середовищах, включаючи території, непридатні для вирощування сільськогосподарських культур. «Саме тому забезпечити велику частку споживання поживних речовин протягом усього життя здатні продукти тваринного походження. Це яйця та яєчні продукти, молоко та молочні продукти, м'ясо та м'ясні продукти тощо», - резюмують експерти ФАО.

У світі люди споживають молоко від різних тварин: корів, буйволів, кіз, овець, коней, альпак, лам, оленів, верблюдів. Молоко різниться за складом, проте кожен вид насичений поживними речовинами та біоактивними сполуками.

Молоко та молочні продукти визнані важливим джерелом високоякісних білків. На відміну від рослинних, тваринні білки містять усі замінні і незамінні амінокислоти, причому в тих пропорціях, які потрібні організму. Саме тому тваринні білки називають "повноцінними". В молоці є дві основні категорії білків - це казеїн (нерозчинний) і сироваткові (розчинні) білки, які складають відповідно 80% і 20% вмісту білка. Сироваткові білки діють разом з іншими поживними речовинами, зокрема мінералами, покращуючи засвоєння та метаболізм. Наприклад, глікопротеїн лактоферин зв'язує залізо і може збільшити його біодоступність, відігравати ключову роль в імунних процесах. Казеїни в свою чергу грають роль переносників кальцію і фосфору, а в поєднанні з лактозою посилюють засвоєння кальцію, що відповідає за здоров'я кісток та серця та не виробляється організмом людини.

Доведено, що близько 50% населення планети загрожує дефіцит кальцію, і лише одна склянка молока здатна забезпечити більше 20% денної потреби дорослої людини та майже 60% дитини до п'яти років у цьому важливому макроелементі. Для порівняння: 25 грамів сиру чи 120 мл йогурту можуть забезпечити дитячий організм на 20% добової норми кальцію, а 100 грамів готової до вживання квасолі - лише на 9%.

З макромініералів в молоці також присутні магній та калій, що підтримують функціонування м'язів і нервової системи, з мікромініералів: селен, який знижує ризик виникнення захворювань серця, кровоносних судин та цинк,

який впливає на всі види обмінних процесів в організмі, оскільки входить до складу багатьох ферментів і гормону інсуліну [3].

Найвищі концентрації певних вітамінів і мінералів має серед молочних продуктів сухе молоко та свіжа пахта. Вершки та сметана також мають відносно високий рівень мікроелементів. Незбиране молоко має біодоступний вітамін А, що збільшує здатність людини відновлюватися після хвороби та важливий для здоров'я легенів, шкіри та очей, а також забезпечує певну кількість вітаміну С та високий рівень вітамінів групи В. Так, 250 мл молока здатні повністю забезпечити денну потребу дитини до п'яти років у вітаміні В12, а дорослого - на більш ніж 50%.

Зараз розповсюджена думка, що молоко потрібно тільки дітям. Проте дослідження довели, що з усіх продуктів тваринного походження молоко та молочні продукти мають вплив на здоров'я людини на всіх етапах життєвого циклу.



Критично важливими є перші тисяча днів від зачаття. Для підтримки розвитку плода та немовляти, а також збереження здоров'я та благополуччя матері в цей період необхідне насичене поживними речовинами здорове харчування. Недоїдання для матері може стати результатом погіршення здоров'я кісток, метаболічних порушень, надмірної ваги та ожиріння, а також вірогідності збереження зайвої ваги після пологів. Для плода ж та немовляти недостатнє надходження поживних речовин може призвести до внутрішньоутробного обмеження росту або невідповідного розміру для гестаційного віку, низької ваги та зросту при народженні, передчасних пологів та наслідків для розвитку організму в майбутньому. Дефіцит заліза, зокрема, стає все більш поширеним під час вагітності та може спричинити низку ускладнень для матері та плоду під час виношування, з довгостроковим впливом на психічне здоров'я дитини, розвиток мозку та когнитивні здібності.



В період лактації від харчування матері та резервів її організму залежить склад грудного молока, зокрема рівень жирних кислот і деяких вітамінів. У цей час потреби в кальції та залізі, такі ж високі як і під час вагітності.

Споживання молока та молочних продуктів дітьми шкільного віку та підлітками підвищує зріст і зменшує ризик надмірної ваги та ожиріння, впливає на мінеральний склад кісток та їх щільність [4].

Одна склянка молока на день знижує ризик серцево-судинних захворювань, інсульту, гіпертонії, колоректального раку, метаболічного синдрому, ожиріння та остеопорозу у дорослих. Також споживання молока може стримувати розвиток діабету 2 типу та зменшує ризик раку грудей.

Процеси, що відбуваються в організмах дорослих старшого віку, потребують змін в харчуванні. Починається старіння або зупинка росту клітин, тканини і цілі системи змінюються, запальні процеси та зміни в кровотоці й метаболізмі нейромедіаторів можуть впливати на пізнавальну здатність та пам'ять.

І в цьому випадку поживні речовини та біоактивні сполуки, які містять продукти тваринного походження, можуть мати вирішальне значення для збереження м'язової маси та здоров'я кісток і зменшення розладів мозку.

Присутність у раціоні молока та молочних продуктів, а також всього розмаїття харчових продуктів тваринного походження, як джерела незамінних амінокислот, жирних кислот, вітамінів та мінералів, має вирішальне значення для запобігання недоотримання всіх необхідних поживних речовин.

Стійкі агропродовольчі системи мають бути частиною рішення для досягнення доступного здорового харчування, особливо для тих, хто перебуває у вразливих ситуаціях.

Зазначається, що у всьому світі більше мільярда людей залежать від ланцюгів доданої вартості продукції тваринництва для отримання засобів до існування. Тваринництво також забезпечує інші важливі екосистемні послуги в управлінні ландшафтом, є джерелом «зеленої» енергії та допомагає покращити родючість ґрунту.

"Однак, щоб оптимізувати внесок у здоров'я людей і планети, тваринництво має вирішити ряд проблем. До них належать проблеми, пов'язані з навколишнім середовищем, наприклад, вирубка лісів, зміни у землекористуванні, викиди парникових газів тощо", - зазначається в документі.

**Висновки.** Також мають бути вирішені проблеми ефективного управління здоров'ям тварин, що впливає на якість продукції тваринного походження. Ключовим рішенням для глобальної проблеми з безпечністю харчових продуктів є покращення гігієни та зменшення ризиків для здоров'я на перетині рівнів взаємодії між тваринами, людьми та навколишнім середовищем на основі підходу "Єдине здоров'я". Зміцнення національних систем контролю за харчовими продуктами є ключем до забезпечення їхньої безпечності для покращення показників здоров'я та харчування.

### Список використаної літератури

1. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса, 2003. 312 с.
2. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66-74.
3. Єгоров Б., Мардар М. Формування харчових раціонів населення. *Товари і ринки*. 2011. № 1. С. 140-147.
4. Карпенко П. О., Притульська Н. В., Кравченко М. Ф. та ін. Оздоровче харчування: навч. посіб.; за ред. П. О. Карпенка. Київ: Київ. нац. торг.екон. ун-т, 2019. 628 с.

**Василина ЛИСА<sup>28</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва, переробки та  
робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### АНАЛІЗ СИРОВИНИ ДЛЯ РОЗРОБКИ ВІВСЯНОГО ПЕЧИВА, ЗБАГАЧЕНОГО БДЖОЛИНИМ ОБНІЖЖЯМ

**Анотація.** *Апіпродукти, мають широкий спектр корисних властивостей для здоров'я людини. Вони містять в собі важливі мікроелементи, вітаміни, антиоксиданти та інші біологічно активні речовини. Ці продукти можуть покращувати імунітет, зміцнювати здоров'я, покращувати функціонування серцево-судинної системи та навіть мати протизапальні та протиракові властивості. Натуральні харчові продукти, першочергово мед та інші продукти бджільництва, значною мірою сприяють правильному розвитку імунної відповіді організму на шкідливий вплив чужорідних речовин. Корисні властивості продуктів бджільництва роблять їх цінними для підтримання здоров'я та покращення якості життя, а також дають змогу використовувати їх як інгредієнти під час виробництва харчових продуктів*

**Ключові слова:** *продукти бджільництва, бджолине обніжжя, харчові продукти*

**Annotation.** *Bee products have a wide range of beneficial properties for human health. They contain important trace elements, vitamins, antioxidants and other biologically active substances. These foods can improve immunity, promote*

---

<sup>28</sup>Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

*health, improve cardiovascular function, and even have anti-inflammatory and anti-cancer properties. Natural food products, primarily honey and other beekeeping products, significantly contribute to the proper development of the body's immune response to the harmful effects of foreign substances. The beneficial properties of bee products make them valuable for maintaining health and improving the quality of life, as well as allowing them to be used as ingredients during the production of food products*

**Keywords:** *beekeeping products, bee honey, food products*

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку економіки в нашій країні все більш актуальною стає необхідність реалізації питань, спрямованих на підвищення ефективності виробництва з одночасним раціональним використанням сировинних ресурсів і поліпшенням якості продуктів харчування, зокрема хлібобулочних та кондитерських виробів.

За останні роки спостерігається зростання інтересу з боку споживачів, харчової промисловості та дослідників до їжі та способів, якими вони можуть допомогти зберегти здоров'я людини.

Саме тут відіграють свою роль функціональні харчові продукти, також відомі як нутрицевтики, розроблені харчові продукти, терапевтичні продукти харчування, суперпродукти або лікувальні продукти. Серед харчових продуктів, які мають ознаки функціональності, ми можемо віднести всі ті, що містять продукти бджільництва [1].

**Виклад основного матеріалу.** Продукти бджільництва використовуються в харчовій промисловості як основні або додаткові інгредієнти у виробництві харчових продуктів, як рецептурні компоненти, ароматизатори, стабілізатори та замітники інгредієнтів. Мед, бджолине обніжжя, прополіс, перга, забрус, маточне молочко, бджолина отрута, підмор і гомогенат можуть бути і самостійними продуктами, які призначення для безпосереднього вживання людиною. Дуже часто ці продукти також комбінують між собою для продажу в торгових мережах. Водночас за хімічним складом і біологічною цінністю вони перевершують інші харчові продукти, виготовлені виключно з конкретних продуктів бджільництва. Крім того, більшість продуктів бджільництва не потребують спеціальних умов зберігання і містять такі необхідні для людини поживні речовини, як білки, вітаміни, макро- і мікроелементи та амінокислоти, які можуть бути використані в різних умовах життя людини, де їхній дефіцит викликає занепокоєння [2, 3].

Відомо, що такий продукт бджільництва, як бджолине обніжжя, має збалансований за своєю природою вітамінно-мінеральний, енергетичний комплекс. Воно має високий вміст вітамінів, мінералів та амінокислот, покращує енергетичний стан та загальний тонус організм. Також обніжжя сприяє поліпшенню шкіри і волосся, надаючи їм здоровий вигляд і блиск та може підтримувати енергію і витривалість, допомагаючи збалансувати організм. Це практично найбагатше джерело вітамінів групи А, Е, С, D, РР, К,

містить калій, залізо, мідь, кобальт, кальцій, фосфор, магній, цинк, марганець, хром, йод. Результати клінічних випробувань бджолиного обніжжя підтверджують його багатofункціональний вплив на організм як здорової, так і хворої людини [4].

Водночас, за заключеннями вчених через різне ботанічне та географічне походження бджолиного обніжжя, мають бути уніфіковані вимоги до його якості та безпечності. Так, коливання основних речовин: білків, вуглеводів, а також ліпідів, клітковини в обніжжі є в межах від 5–7 % до 60 % [5].

Встановлено, що поліфеноли є одними з основних біологічно активних сполук у бджолиному обніжжі, які визначають їхню антирадикальну активність. Феноли діють як природні антиоксиданти, які протидіють вільним радикалами. Вміст фенольних сполук у обніжжі може значно змінюватись залежно від рослинного походження та періоду збору квіткового пилку бджолами [6].

Згідно з результатами останніх досліджень [6], пилки фацелії багатий фенольними компонентами та підходить для збагачення харчових продуктів [5].

Як описано в роботі [5] вміст мінералів у обніжжі фацелії отриманому в умовах України становить, мг/кг: К – 5969,0; Са – 1109,0; Mg – 610,0; Fe – 64,4; Na – 65,2; Zn – 46,6; Mn – 34,3; Cu – 4,59; Mo – 0,28; Co – 0,019; P – 2239,0; амінокислот, % від загальної кількості кислот: аргінін – 1,10; валін – 1,30; гістидин – 0,50; ізолейцин – 1,00; лейцин – 1,70; лізин – 1,40; метіонін – 0,41; треонін – 0,94; фенілаланін – 0,94; аланін – 1,20; аспарагінова – 2,30; глутамінова – 1,00; гліцин – 2,70; пролін – 2,20; серин – 1,00; тирозин – 1,00; цистин – 0,12

Мета досліджень – вивчення функціональних властивостей бджолиного обніжжя, як джерела біологічно активних речовин.

Бджолине обніжжя або квітковий пилки – складний, концентрований рослинно-бджолиний продукт з унікальними споживчими й лікувальними якостями, згідно ДСТУ [7] має відповідні органолептичні показники, табл. 1.

**Таблиця 1**

**Органолептичні показники сухого квітового пилку**

Показник	Згідно ДСТУ3127 – 95	Квітковий пилки
Зовнішній вигляд	Грудочки неправильної форми, масою 5-20 мг	Грудочки овальної форми, масою 10-15 мг
Консистенція	Грудкувата, розсипчаста. Грудочки пилку тверді, пальцями не розминаються	Грудкувата, розсипчаста. Тверда
Колір	Від білого до чорного	Зелено-жовтий
Запах	Специфічний, приємний, характерний для бджолиного обніжжя	Специфічний, приємний
Смак	Специфічний, приємний, солодкуватий, може бути гіркуватий чи солодкуватий	Специфічний, приємний, солодкуватий

Квітковий пилок є складним концентратом цінних харчових, фізіологічно активних речовин, склад яких досить різноманітний і залежить від походження пилку, періоду його збору та особливостей обробки його бджолами (рис. 1.).



*Рис. 1. Пилок бджолинний квітковий*

За хімічним складом (табл. 2) перга багата на білки, замінні і незамінні амінокислоти, жирні кислоти, вітаміни, мікро- та макроелементи, що і робить її незамінним продуктом для підвищення та захисту імунітету людини.

*Таблиця 2*

*Хімічний склад перги*

Склад	Біологічно активні речовини
Вітаміни	A, B, C, PP, E, D, K, H
Макроелементи	P, S, Cl, K, Ca, Na
Мікроелементи	Mg, Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Se, Cr, Ni, Si
Амінокислоти	Глутамінова, аспарагінова, лейцин, аланін, серин, гліцин, треонін, ізолейцин, валін, пролін, фенілаланін, тирозин, лізин, гістидин, аргінін, метіонін
Жирні кислоти	Лауринова, міристинова, міристинолеїнова, пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова, гадолеїнова, арахідонова, ерукова, клупінодована
Флавоноїди	Флаволи гесперидин, еріодектин; флавоноли рутин, кверцетрин, ізокверцетин, кверцетин, ізорамнетин; метилхалкон; L-епікатехін, оксикумарини ескулін, ескулетин

Завдяки такому хімічному складу перга має імуностимулювальні властивості: впливає на поділ імунокомпетентних клітин, на синтез факторів специфічного (імуноглобулін) і неспецифічного (інтерферон, лізоцим) захисту організму від інфекційних та вірусних захворювань, стимулює мієлопоез, модулює процеси диференціювання епітеліальних клітин, регулює обмін фосфору і кальцію в організмі, запобігає ушкодженню клітинних і субклітинних мембран продуктами надлишкового вільнорадикального окиснення, перешкоджаючи накопиченню перекисів ліпідів, знижує атерогенез, перешкоджає склерозування судинних стінок, збільшує в крові кількість

еритроцитів за рахунок високого вмісту незамінних амінокислот обніжжя дозволить людині суттєво знизити частку споживання тваринного білка, або навіть повністю перейти на рослинне харчування, не остерігаючись білкового дефіциту.

Амінокислотний склад у більшій кількості, включно з незамінними амінокислотами, приведено у табл. 3.

**Таблиця 3**

**Загальний амінокислотний склад квіткового пилку**

Амінокислоти	% від загального вмісту всієї суми амінокислоти
	згідно літературних даних
незамінні амінокислоти	
Валін	5,85 – 11,25
Лізин	6,33 – 7,76
Метіонін+Цистин	1,72 – 2,43
Фенілаланін	4,15 – 5,95
Лейцин	7,16 – 9,5
Ізолейцин	5,11 – 7,3
Треонін	4,10 – 5,30
Триптофан	1,20 – 1,60

**Висновки.** Використання бджолиного обніжжя як сировини в харчовій галузі дає можливість отримати продукт високої харчової цінності та покращені якісні характеристики.

**Список використаної літератури**

1. Nagai T., Inoue R. Preparation and the functional properties of water extract and alkaline extract of royal jelly. *Food Chemistry*. 2004. Vol. 84, Issue 2. P. 181-186
2. Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон А.М., Овсієнко С.М., Бондар М.М. Інноваційні технології харчових виробництв : монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю.В., 2022. 300 с.
3. Новгородська Н.В. Молочні продукти на основі продуктів бджільництва. *Danish Scientific Journal*. 2020. № 30. С. 41–48.
4. Vovk, V.V., & Paska, M.Z. Prospects of creation of new types of the mayonnaise foods enriched by foods of beekeeping. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytsky*. 2016. Vol. 18, No 2 (68)
5. Антонів, А.Д. Застосування продуктів бджільництва в харчовій промисловості. Бджільництво: вектори наукових досліджень: монографія. Київ: ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича». 2022.
6. Velásquez, P., Montenegro, G., Valenzuela, L. M., Giordano, A., Cabrera-Barjas, G., & Martin-Belloso O. K-carrageenan edible films for beef: Honey and bee pollen phenolic compounds improve their antioxidant capacity. *Food Hydrocolloid*. 2022. 124 s/
7. ДСТУ 7074: 2009 Перга. Технічні умови. [Чинний від 01–01–2011]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 12 с. (Національні стандарти України).

Тетяна ЛУК'ЯНЕНКО<sup>29</sup>,  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## СИР ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ХАРЧОВИЙ ПРОДУКТ З БІОЛОГІЧНОЮ АКТИВНІСТЮ

*Анотація.* Сир відомий людині здавна і є продуктом із високою енергетичною і біологічною цінністю, що містить незамінні амінокислоти і більш прості з'єднання білкового і небілкового азоту, які легше і швидше засвоюються, ніж білки молока. Крім того, сир містить комплекс жиру, масова частка якого сильно коливається від 510 % до 60 % в сухій речовині, вітаміни, а також багато мікроелементів. Смак сиру в значній мірі залежить від вмісту жиру і його стану. При сильному гідролізі жиру сири набувають гострого смаку. Смак формує також мікрофлора і процес, що відбувається при дозріванні сиру. Незважаючи на те, що молоко містить вуглевод - лактозу, в зрілих сирах міститься вкрай незначна кількість лактози, так як вона утилізується з сироваткою до 80% і частково трансформується в молочну кислоту або лактати. Тому люди, які страждають шлунково-кишковими захворюваннями від нестачі ферменту лактази, можуть вживати сири.

**Ключові слова:** сир, біологічна цінність, молочнокисле бродіння, хімічний склад

*Annotation.* Cheese has been known to man for a long time and is a product with high energy and biological value, containing essential amino acids and simpler compounds of protein and non-protein nitrogen, which are easier and faster to digest than milk proteins. In addition, cheese contains a fat complex, the mass fraction of which varies greatly from 510 to 60% in dry matter, vitamins, and many microelements. The taste of cheese largely depends on the fat content and its condition. With strong hydrolysis of fat, cheeses acquire a sharp taste. The taste is also formed by the microflora and the process that occurs during the ripening of cheese. Despite the fact that milk contains a carbohydrate - lactose, mature cheeses contain an extremely insignificant amount of lactose, since it is utilized with whey up to 80% and partially transformed into lactic acid or lactate. Therefore, people suffering from gastrointestinal diseases from a lack of the enzyme lactase can eat cheeses.

---

<sup>29</sup>Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Keywords:** *cheese, biological value, lactic acid fermentation, chemical composition.*

**Вступ.** Сир - це самий різноманітний продукт з усього спектру молочних продуктів, так як він ідеально підходить для приготування бутербродів, соусів, гарячих і холодних страв. Хімічний склад сиру включає повноцінні білки (близько 25%), які легко засвоюються організмом, молочний жир (близько 30%), мінеральні речовини (солі кальцію, натрію, фосфору та ін.), Жиро-і водорозчинні вітаміни (А, D, Е, В1, В2, РР). Сири мають високу калорійність і фізіологічної повноцінністю. Поживна цінність, легка засвоюваність і приємний смак дозволяють вживати сир не тільки як прекрасну їжу для здорових і хворих людей, а й як закуску, збудливу апетит перед їжею [1]. Сир отримують з коров'ячого, козячого, овечого і буйволиного молока шляхом згортання і обробки. В процесі виробництва він збереже всі основні поживні речовини молока, за винятком вуглеводів. При сироварінні з молока видаляється значна частина води, в результаті чого виходить концентрований харчовий продукт [2]. Однак для багатьох інших сирів практично незмінними збереглися освячені віками методи їх виробництва. Такі сири зберігають свій традиційний регіональний характер, забезпечуючи тим самим нескінченну різноманітність сирів в світі.

**Виклад основного матеріалу.** Дозрівання молока пов'язано з розвитком молочнокислого бродіння. Використовуються два способи дозрівання молока: свіже молоко збирають у танки і витримують 10-15 год при температурі 8-10°C, після чого переробляють на сир; дозрівання пастеризованого молока з внесенням бактерійних заквасок [3]. Дозрівання молока забезпечує продовження молочнокислого бродіння в процесі обробки згустку і на першій стадії дозрівання. В 1 мл молока, підготовленого для виробництва сиру, перед згортанням має бути приблизно від 3 до 15 млн молочнокислих бактерій. Нормалізацію молока проводять за вмістом жиру для того, щоб отримати сир необхідної жирності. Усі сири, крім Швейцарського, виробляють з пастеризованого молока. Для збереження технологічних властивостей, придбаних ним при дозріванні, пастеризація проводиться при температурі не вище 71-72 °С протягом 20 с. При цьому режимі гинуть не всі мікроорганізми. Отже, для вироблення сирів необхідно використовувати молоко з мінімальним вмістом сторонньої мікрофлори [4].

При обсіменінні сирого молока газоутворюючими бактеріями (група кишкової палички) хороші результати виходять при внесенні до нього калійної селітри - KNO<sub>3</sub>. Застосування її запобігає спучування сирів. Перед закваскою на 100 л молока додають до 30 г селітри в вигляді розчину. Для підвищення згортання молока в присутності сичужного ферменту вносять розчин хлористого кальцію [5]. Підфарбовування молока зазвичай проводять у зимовий період, щоб надати сирному тісту характерне жовте забарвлення. Застосовують водорозчинну фарбу «аннато». Згортання молока проводять у



сирних ваннах різної ємності, обладнаних мішалками. Ванни використовують двостінні, щоб при необхідності можна було застосовувати нагрівання гарячою водою.

Сутність згортання молока сичуговим ферментом полягає в тому, що спочатку фермент перетворює основний білок молока - казеїн - в параказеїн, а потім каталізує утворення згустку з параказеїна. Обробка згустку проводиться з метою видалення сироватки і зменшення обсягу згустку. Спочатку згусток дроблять механічними ножами для отримання сирного зерна. Розмір його від 3 до 6 мм в залежності від виду сиру. Чим менше вологи має бути в сирі, тим дрібніше за розміром отримується зерно. Виділення вологи з сирного зерна відбувається за рахунок синерезису, тобто мимовільного стиснення зерна і виштовхування вологи. Сирне зерно ретельно вимішують, відводять із ванни сироватку і проводять друге нагрівання сирного зерна. Друге нагрівання сприяє обсушці сирного зерна, так як проводять його практично при припиненні відділення сироватки із згустку. Вплив більш високих температур призводить до зайвого зневоднення, пересушування сирного зерна, отриманого продукту з грубою консистенцією і невираженим слабким ароматом. У процесі такої обробки сирне зерно набуває пружність і клейкість, стає готовим до формування сиру [5]. Формування сиру здійснюється при наданні йому певної форми і видаленні зайвої сироватки. Його здійснюють двома способами: із пласти і наливом сирного зерна у форми. При формуванні першим способом осіле сире зерно завдяки своїй клейкості утворює пласт. Його злегка подпресовують для надання більшої зв'язності і ріжуть на шматки, які поміщають в металеві форми. На поверхню сирної маси розкладають казеїнові або пластмасові цифри, що означають число і місяць виготовлення сиру, обгортають головки серветками і в формах направляють на пресування. Пресування сирів проводять за допомогою гідравлічних, пневматичних або механічних пресів з постійно збільшуваним навантаженням. Сироватка, що виділяється при пресуванні, стікає по кінцях серветок, які випускають з металевих форм. Відпресований сир має вигляд суцільного моноліту заданої форми і добре обсушену поверхню. Посол сиру можна робити в зерні або в розсолі. У зерні солять сири з невисоким вмістом солі, наприклад Український (1,3-1,8%). Сіль вносять в сирне зерно після видалення основної маси сироватки, потім формують сир наливом. Це операція здійснюється в потоці. Для твердих сирів з високим вмістом солі (до 3,5%) більше прийнятний посол в розсолі. Сири розміщують на етажерках в контейнерах і опускають в басейни з циркулюючим розсолом. Концентрація кухонної солі в розсолі становить 18-19%. Тривалість засолу залежить від розміру головок сиру. В товщу сиру сіль дифундує повільно, що важливо для розвитку всередині головок сиру 1 молочнокислого бродіння. При засолі в зерні ця умова не виконується [6]. Під дією солі поверхневий шар сирної маси ущільнюється, на голівках утворюється щільна кірочка. Після засолу сири переводять в приміщення для дозрівання.

Дозрівання сиру - це сукупність складних біохімічних процесів, в результаті яких сир набуває специфічних властивостей зрілого продукту. Дозрівання сирів проходить в підвалах або інших приміщеннях зі спеціально створеним режимом температурної вологості. І температура, і відносна вологість повітря повинні сприяти протіканню ферментативних процесів і перешкоджати надмірному висушуванню сиру. Відносна вологість повітря в перший місяць дозрівання твердих сичужних сирів повинна складати 85-90%, температура 13-15°C. За таких умов активно продовжується молочнокисле бродіння, наростаюча активна кислотність сирної маси сприяє пригніченню сторонньої мікрофлори і попереджає раннє здування сирів. Потім сири переводять в приміщення з температурою 10-12 °C і відносною вологістю 80-85%, для доброджування і витримують до повного дозрівання. Тривалість дозрівання коливається від 2 до 6 міс, для швидко дозріваючих сирів - 1 міс. Вона залежить від вологості сирної маси, активності сичужного ферменту і закваски молочнокислих бактерій. Протягом всього процесу отримання сиру, починаючи з моменту внесення в молоко закваски молочнокислих бактерій, молочний цукор перетворюється в молочну кислоту). Зменшують вихід молочної кислоти ароматоутворюючі бактерії, якщо вони входять до складу закваски.

Ароматоутворюючі бактерії з частини молочного цукру утворюють ефіри, спирти, деякі карбонільні сполуки, вуглекислоту, які беруть участь в утворенні малюнку сиру. Через 14-15 днів з початку дозрівання молочний цукор в сирі вже не виявляється. Оскільки він є основним субстратом харчування бактерій, процес його розщеплення тягне загибель клітин бактерій. Накопичувана молочна кислота від параказеїну відщеплює кальцій, що може позначитися на консистенції сиру і обумовити її грубість. Молочна кислота частково перетворюється в пропіонову, оцтову та інші сполуки. Гідроліз параказеїну відбувається при рН 6-6,5. У ньому бере участь не тільки сичужний фермент, але і внутрішньоклітинні ферменти загиблих молочнокислих бактерій. Параказеїн під їх впливом послідовно розпадається на більш прості сполуки: параказеїн - альбумоз - пептони - поліпептиди - пептиди - дипептиди - амінокислоти. Глибина розпаду білків, перетворення їх в розчинні сполуки (пептони, поліпептиди та ін.) залежить від умов, в яких проходить дозрівання сиру. Повноцінні сири виходять, якщо утворюються кінцеві продукти розпаду білка - низькомолекулярні пептиди і амінокислоти. Дозрілі сири за цей рахунок набувають високих органолептичних властивостей, особливо смаку і аромату. За час дозрівання Голландського сиру в ньому розпадається до 10% казеїну, а кількість водорозчинних білків збільшується в 5 разів. Для запобігання сирів від висихання, утворення цвілі і інших дефектів, пошкодження шкідниками їхню поверхню покривають парафіном. Оскільки парафін кришиться, тріскається, для більшої міцності і еластичності в нього вводять поліетилен. Плівки економлять до 7% сирної маси. Для запобігання сирів від пліснявіння плівки з внутрішньої поверхні можуть обробляти сорбіновою кислотою. Як

інгібітор розвитку цвілі сорбінова кислота вже тривалий час застосовується в харчовій промисловості. Перед обробкою поверхні на тверді сичужні сири ставлять маркування у вигляді штампа певної форми.

Молочний жир є основним компонентом більшості сортів сиру. Через це багато споживачів обмежують споживання сиру, оскільки більше 60% від загальної кількості жирних кислот в молочному жирі складають насичені жирні кислоти [7]. Споживання молочних продуктів з низьким вмістом жирів в останні роки стає все більш популярним серед споживачів, що піклуються про своє здоров'я. Це призвело до розробки нових молочних продуктів с поліпшеним жирнокислотним складом. Однак зниження жиру являє собою складну проблему, оскільки жир, як відомо, важливий для текстури і смаку молочних продуктів, таких як сир. Зменшення жиру в сирах призводить до небажаної текстур, відсутності характерного смаку або наявності сторонніх ароматів.

**Висновки.** Тому актуальним є дослідження жирнокислотного складу жирів за різних технологічних процесів їх приготування, які формують і сенсорні якості сирів.

Таким чином, проаналізувавши особливості хімічного складу, сир включає повноцінні білки, які легко засвоюються організмом, молочний жир, мінеральні речовини, жиро-і водорозчинні вітаміни. Сири мають високу калорійність і фізіологічну повноцінність. Можуть бути вироблені без суттєвих змін в технології.

#### **Список використаної літератури.**

1. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру: Навч. посібник. К.: НУХТ, 2009. 151 с.
2. Шульга Н.М. Заквашувальні культури для виробництва твердих сичужних сирів. *Молочна справа*. 2006. № 2. С. 26-28.
3. ДСТУ 4421:2005 (2006) Сири тверді (український асортимент). Технічні умови.
4. Ножечка Г.М. Розробка апаратурно-технологічної схеми виробництва м'яких сирів та розсольного сиру Фета. *Вісн. Полт.держ.аграрн.акад.* 2010. Т.2. С. 70-76.
5. ДСТУ 6003:2008 (2009) «Сири тверді. Загальні технічні умови»
6. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.
7. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologiethis link is disabled*. 2019. 1(11-97), С. 6–16
8. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначенні. *ОНАХТ. - О.: «Поліграф»*. 2008. 234 с.

9. Соломон А. М., Полєвода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.

**Марина ПОПІВНЮК<sup>30</sup>**,  
студентка 2 курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ВИКОРИСТАННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ У ЗДОРОВОМУ ХАРЧУВАННІ**

***Анотація.** У статті описані результати розробки та оцінки споживчих характеристик вітамінізованих макаронних виробів, обґрунтування вибору інгредієнтів, підбір оптимальних доз відповідних інгредієнтів та створення збагачених кінцевих продуктів. Здорове харчування – це не просто дієта, це спосіб життя, який сприяє благополуччю нашого організму. Правильно підібрані продукти забезпечують нас необхідними поживними речовинами, допомагають підтримувати оптимальну вагу і зміцнюють імунну систему. Збалансований раціон допомагає запобігти розвитку серцево-судинних захворювань, діабету, ожиріння та багатьох інших хвороб. Правильне харчування забезпечує нас стійкою енергією протягом дня, підвищує працездатність та покращує настрій. Поживні речовини, що містяться в продуктах харчування, допомагають організму боротися з інфекціями та вірусами. Здорове харчування сприяє здоров'ю шкіри, волосся та нігтів.*

***Ключові слова:** макаронні вироби, харчова цінність, оздоровчі властивості, топінамбур, шафран*

***Annotation.** The article describes the results of the development and evaluation of consumer characteristics of enriched pasta, the justification for the selection of ingredients, the selection of optimal doses of appropriate ingredients and the creation of enriched end products. Healthy eating is not just a diet, it is a lifestyle that contributes to the well-being of our body. The right foods provide us with the necessary nutrients, help maintain an optimal weight and strengthen the immune system. A balanced diet helps prevent the development of cardiovascular disease, diabetes, obesity and many other diseases. Proper nutrition provides us with*

---

<sup>30</sup>Науковий керівник – Овсієнко С.М., к. с.-г. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

*sustained energy throughout the day, increases efficiency and improves mood. The nutrients found in foods help the body fight infections and viruses.*

**Keywords:** *pasta, nutritional value, health benefits, Jerusalem artichoke, saffron*

**Вступ.** Всім відомо, що харчування є одним з найважливіших факторів, що визначають здоров'я населення. Правильне харчування забезпечує правильний ріст і розвиток дітей, сприяє профілактиці захворювань людини, визначає їх активне і здорове довголіття. Саме тому харчова промисловість сьогодні стає важливою складовою охорони здоров'я і займає особливе місце в сфері інтелектуальної та виробничої діяльності людини. Харчові продукти, які називаються профілактичними, здоровими, функціональними, а також термінами «здорове харчування» і «функціональне харчування», з'явилися зовсім недавно і символізують початок нового напрямку в науці і практиці харчових технологій – системи зміцнення здоров'я і профілактичного харчування [1]. Останнім часом все більшої популярності набувають харчові продукти для оздоровчих і профілактичних цілей, збагачені вітамінами, незамінними амінокислотами, макро- і мікроелементами і різними видами БАР. Завдяки таким продуктам людина може підтримувати здоров'я, повністю задовольняти фізіологічну потребу в енергії і поживних речовинах, які використовуються організмом для побудови клітин, тканин і органів і підтримки їх життєдіяльності і функціонування в організмі [2].

Одними з найбільш доступних і зручних в плані збагачення біологічно активними компонентами є макарони. Вони є висококалорійними продуктами харчування. Однак ці продукти перенасичені вуглеводами і містять лише 10-12% білка, який також не збалансований за амінокислотним складом, тому не задовольняють вимоги раціонального харчування.

**Виклад основного матеріалу.** В останнє десятиріччя перед макаронною промисловістю гостро постала проблема покращання якості продукції за рахунок ефективних способів перероблення борошна хлібопекарського та макаронного зі зниженими технологічними властивостями, підвищення харчової цінності та розширення асортименту виробів, зокрема профілактичного призначення.

Виготовлення високоякісних макаронних виробів є основною метою діяльності спеціалізованих харчових підприємств. Посилити позицію на ринку вітчизняних макаронних виробів можливо шляхом розширення асортиментного ряду, збільшення випуску виробів підвищеної харчової та біологічної цінності. Актуальність питання збагачення незамінними харчовими речовинами макаронних виробів, які є продуктами широкого споживання, зумовлена несприятливою екологічною ситуацією в Україні, пов'язаної з наслідками Чорнобильської катастрофи, війною та техногенним забрудненням довкілля.

Макаронним виробам властиві висока енергетична цінність, легка засвоюваність, проте їх хімічний склад не відповідає нормам раціонального

харчування. Зокрема вміст білка в них дорівнює приблизно 10 %, до того ж він неповноцінний за амінокислотним складом. Вони збіднені на харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни.

Підвищити біологічну цінність макаронних виробів можна за рахунок збагачення їх високоякісними білками, вітамінами, макро- і мікроелементами. Макарони мають безліч переваг перед найпопулярнішими продуктами. Макарони, що зберігаються, не старіють, як хліб, і вбирають менше вологи, ніж хлібопекарське борошно. Це вироби, сформовані з пшеничної тканини в трубочки, нитки, стрічки і висушені до вологості 13%. Вони прості у зберіганні, транспортуванні та приготуванні, а також дуже поживний і легко засвоюється [3].

Поживна цінність макаронних виробів, %:

- білки – 10,4-11,8;
- жири – 0,9-2,7;
- вуглеводи – 72,2-75,2;
- клітковина – 0,1-0,2;
- вітаміни групи В, А, К,
- мінеральні речовини – Р, Mg, Са, Fe, К.

Енергетична цінність 100 г макаронних виробів – 332-341 ккал.

За формою макаронні вироби поділяють на:

- ниткоподібні: спагетті, вермішель, капелліні – ідеально підходять для соусів болоньезе, карбонара, а також салатів.
- стрічкоподібні: феттучіне, паппарделле – мають плоску, широку форму і добре поєднуються з вершковими соусами, грибами та м'ясом.
- трубчасті: пенне, фузіллі, макарони – завдяки своїй формі вони добре тримають соус, ідеально підходять для запіканок і салатів.
- фігурні: фарфалле, равіолі, тортелліні – мають різну форму і розміри, їх фарширують сиром, м'ясом або овочами.

Оздоровчі властивості макаронів. Макарони з твердих сортів пшениці забезпечують організм великою кількістю енергії у вигляді вуглеводів, саме тому їх рекомендують вживати людям, які виконують важку фізичну роботу і спортсменам.

Найбільш цінними з точки зору оздоровчих властивостей є макарони грубого помелу, які завдяки досить високому вмісту харчових волокон забезпечують відчуття ситості на довгі години. Крім того, вони сприяють виведенню з організму непотрібних продуктів метаболізму, завдяки чому підтримують не тільки процес схуднення, але і лікування запорів.

Завдяки вмісту магнію, вживання макаронів допомагає захистити організм від негативного впливу стресу, який проявляється м'язовими судомами, а також загальною втомою.

Низький глікемічний індекс продукту дозволяє вживати макаронні вироби людям, які борються з цукровим діабетом, так як вони не викликають різкого підвищення рівня глюкози в крові. Однак варто пам'ятати, що в дієті

для діабетиків слід вибирати тільки макарони з борошна грубого помелу, тому що ті, що виготовлені з борошна високої чистоти, на жаль, мають досить високий глікемічний індекс (ГІ 70).

Люди, які страждають непереносимістю глюкози, целиакією або алергією на цю речовину, повинні повністю виключити зі свого раціону класичну пшеничну пасту, віддаючи перевагу її більш здоровій альтернативі, а саме безглютеновим макаронам, які виготовляються з кукурудзяного, гречаного борошна, а також борошна з білого або коричневого рису. Безглютенові макарони не містять занадто багато клітковини, білка та жиру, але вони містять багато вуглеводів і мають відносно високий глікемічний індекс, тому їх не рекомендується людям з діабетом.

В якості додаткової сировини при виробництві макаронних виробів використовуються ароматизатори і рафінуючі агенти: фруктові соки, пасти, поверхнево-активні речовини, яйця, пшеничне борошно, глютен, казеїн, незбиране і сухе молоко, молочна сироватка, бобові концентрати та ізоляти.

Смакові добавки надають макаронним виробам специфічний присмак і колір. До них відносяться овочеві та фруктові пасти. Збагачувальні добавки підвищують харчову цінність макаронних виробів, а також змінюють їх смак і колір. Найчастіше використовують: яйця курячі, меланж, ячний порошок, сухе незбиране молоко, молоко знежирене, сир, вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> і РР. Завдяки додаванню в макаронні вироби рослинних і ягідних порошоків (соків, сиропів, пюре) збільшується вміст мінеральних речовин (на 40%), бета-каротину і вітамінів [3].

Щоб збагатити макарони поліфенолами, вітамінами та інуліном, в тісто для макаронів можна додати порошкоподібний топінамбур і шафран. Використовуючи такі технічні та функціональні компоненти, можна не тільки отримувати продукцію з підвищеною біологічною цінністю, але і поліпшити органолептичні і структурно-механічні властивості, які можуть бути використані в широкому асортименті.

Технології введення функціональних харчових інгредієнтів дуже різноманітні. Їх можна узагальнити за допомогою таких основних методів:

- сухе змішування;
- розчинення у воді або іншому рідкому носії;
- розчинення в жирах або оліях;
- розпилення розчинів та інгредієнтів на поверхню виробу;
- адгезія (зчеплення) функціональних компонентів з поверхнею виробу;
- нанесення спеціальних покриттів на поверхню виробу.

При виборі етапу додавання інгредієнтів в макаронні вироби необхідно враховувати можливість хімічної взаємодії з іншими інгредієнтами продукту, а також їх стійкість до дії технічних речовин. Для того щоб забезпечити максимальну кількість біологічно активних речовин, необхідно забезпечити їх збереження. Введення функціональних інгредієнтів не повинно впливати ні на

сенсорні властивості продукту для споживачів, ні на засвоюваність інших поживних речовин, а також не повинно впливати на смак і аромат.

Сучасне виробництво макаронних виробів складається з наступних основних операцій:

- підготовка сировини;
- приготування тіста;
- створення макаронних виробів;
- сушіння;
- упакування [4].

Найкращим способом застосування порошків є змішування їх з борошном після очищення і просіювання. Це дозволить функціональним інгредієнтам рівномірно розподілитися в тісті і, отже, в готових виробках. Нанесення добавок на поверхню виробів може погіршити органолептичні властивості макаронних виробів.

Топінамбур або земляна груша (*Helianthus tuberosus*) – бульбоносна рослина роду соняшникових сімейства айстрових. За хімічним складом бульби топінамбура схожі на картоплю, за харчовою цінністю вони мають кращий хімічний склад і набагато цінніші за багато овочів. Компоненти хімічного складу продуктів з топінамбура можуть активно впливати на властивості полімерів тіста.

[5] визначали пружні властивості і в'язкопластичні характеристики, оцінювали кількісні та якісні характеристики клейковини. У дослідженні використовували пшеничне борошно найвищої якості із середніми хлібопекарськими властивостями. В якості вивчених добавок використовувався порошок з бульб топінамбура з вологістю 9%.

Антиоксидантних властивостей топінамбуру додають яблучна, малинова, бурштинова і фумарова кислоти. Топінамбур містить білки і незамінні амінокислоти. До інших лікувальних властивостей топінамбура відноситься пектин, який знижує рівень холестерину і покращує роботу кишечника. Топінамбур містить багато інуліну, який складається з натуральної фруктози, що робить топінамбур дієтичним продуктом.

Шафран, який використовується в приготовлених макаронних виробках у вигляді порошку – це пряність, що отримується з рослини крокусу.

Найбільш цінні властивості прянощів визначаються вмістом наступних сполук:

- кроцин – який визначає колір і є водорозчинним пігментом;
- пікрацин - відповідає за аромат шафрану;
- шафранал - який визначає смак прянощів і володіє інсектицидними і пестицидними властивостями.

До складу рилець входять ефірні масла, зміст яких становить 0,6-0,9% в перерахунку на абсолютну суху речовину. Ефірні масла знаходяться у зв'язаному стані у вигляді глікозиду пікрокроцину. Ефірна олія містить піну і цинеол, а також 2,2,6-триметилциклогексадієн-4-6-альдегід. Крім того, рильця



шафрану містять камедь, вітаміни тіамін і рибофлавін, жовту фарбувальну речовину кроцин, а також флавоноїди (ізoramнетин і кампферол) і жирні олії (6,8%), цукру, солі кальцію, фосфор. Пігмент антоціану присутній в пелюстках квіток; в листі – до 0,25% аскорбінової кислоти.

Аромат прянощі розвивається протягом 12-24 годин, завдяки чому шафранова локшина при сушінні набуває більш приємний ароматний запах, що є привабливим з точки зору споживчих переваг. Було визначено оптимальну кількість добавки, яка становить 3-5% від ваги тіста для топінамбура і 0,6% для шафрану [5].

**Висновки.** Додавання до складу макаронного тіста порошку топінамбуру та шафрану збагачує макаронні вироби поліфенолами, вітамінами, інуліном, що дозволяє отримати макаронні вироби підвищеної біологічної цінності, підвищує їх органолептичні та покращує структурномеханічні властивості.

Біологічно активні речовини топінамбура і шафрану підвищують в готових макаронних виробах вміст незамінних амінокислот, вітамінів, макро- і мікроелементів, що дозволяє використовувати їх в якості оздоровчих продуктів, що відповідають вимогам споживачів.

### Список використаних джерел

1. Українець А.І., Сімахіна Г.О. Технології оздоровчих харчових продуктів: конспект лекцій. К. НУХТ, 2009. 310 с.
2. Сімахіна, Г. О. Концепція оздоровчого харчування та шляхи її реалізації. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2010. № 33. С. 10-12.
3. ДСТУ 7043:2020. Видання. Вироби макаронні. Загальні технічні умови. [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 17 с.
4. Пересічний М.І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення / М.І. Пересічний., М.Ф. Кравченко., Д.В. Федорова. та ін.: Монографія. К.: Національний торг.- екон. ун-т. 2008. 718 с.
5. Шаповалова Н. П., Гальчук В.О. Макаронні вироби у системі оздоровчого харчування. *Sword : збірник наукових праць*. 2015. Вып. 1 (38), Т. 1. С. 31–38.

**Анастасія МАРЧЕНКО<sup>31</sup>,**  
студентка 4 курсу,  
факультет технології виробництва, переробки та  
робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **ТЕХНОЛОГІЯ КОНСЕРВУВАННЯ ПЛОДІВ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ЦУКРУ**

**Анотація.** *Проблеми, пов'язані з раціональним використанням сировинних ресурсів, засновані на комплексній переробці рослинної сировини, а також вдосконаленням існуючих і розробкою нових прогресивних технологій є актуальними. У статті розглянуто питання впливу пектину, що міститься у шкірці яблук на органолептичні показники повидла яблучного, зокрема консистенції.*

**Ключові слова:** *яблука, повидло, рецептура, органолептичні показники, якість*

**Annotation.** *Problems related to the rational use of raw materials, based on the complex processing of plant raw materials, as well as the improvement of existing and the development of new progressive technologies are relevant. The article deals with the question of the effect of pectin contained in the peel of apples on the organoleptic parameters of apple jam, in particular, the consistency.*

**Keywords:** *apples, jam, recipe, organoleptic indicators, quality*

**Вступ.** Вже протягом тривалого часу консервна промисловість України випускає конкурентоспроможні товари, зорієнтовані на внутрішні та зовнішні ринки. При нинішніх умовах скорочення експортних поставок важливо зберегти такий вид продажу, який дозволяє реалізувати перероблені продукти виключно з місцевої сировини. Тим більше, що інтеграція України в світову економічну систему свідчить про переважаюче місце на внутрішньому ринку готової імпоротної продукції та експортування українських сировинних ресурсів за досить низькими цінами [1].

Виробництво консервованих продуктів має велике значення, так як вони дають змогу значною мірою скоротити витрати праці та часу на приготування їжі, урізноманітнити меню, забезпечити упродовж року населення продуктами із сировини, що росте тільки у теплий період року [2].

Фруктові консерви займають провідну роль в консервній промисловості України. Варення, джем, повидло, желе, конфітур отримують шляхом уварювання різним способом підготовлених плодів та ягід з цукром.

---

<sup>31</sup>Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г. н, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Одним з поширених видів виробництва фруктових консервів є повидло. Повидло представляє собою плодове або ягідне пюре (чи їх суміш) уварене з цукром з додаванням або без додавання харчового пектину і харчових кислот [3]

Для виготовлення повидла використовують усі види зерняткових і кісточкових плодів та ягід культурних і дикорослих сортів, за винятком дикорослих груш. Повидло налічує декілька десятків найменувань. Найпопулярніше повидло – яблучне. Яблука є одним з найпоширеніших плодів в Україні. За останні роки наша країна б'є рекорди по збиранню яблук. На даний момент вирощують понад 500 помологічних сортів яблук. Плоди різних сортів розрізняють за масою (від 50 до 175 г), формою (округлі, циліндричні, конічні), характером поверхні (гладенькі, ребристі), забарвленням (зелені, жовті, рожеві, оранжеві, червоні різних відтінків), смаком (солодкі, солодко-кислі, кислі, прісні), консистенцією м'якоті (соковиті, м'які, тверді, пухкі, крихкі).

Хімічний склад яблук – доволі стала сортова ознака. Вона змінюється лише в окремих сортів за дуже різких змін метеоумов вегетаційного періоду. Але в низькоцукристих сортах за найсприятливіших умов цукристість не підвищується до рівня високоцукристих. Останні навіть за дуже несприятливих умов залишаються відносно цукристішими, ніж інші сорти за цих умов. У цілому ж хімічний склад плодів деякою мірою залежить від їхнього розміру, ґрунтового-кліматичних умов, агротехніки, зберігання тощо. Масова частка сухих речовин у яблуках, вирощених в Україні, варіює від 10,68 до 19,60%. Більшість сухих речовин представлена цукрами, органічними кислотами, дубильними й пектиновими речовинами, мінеральними компонентами, розчинними у воді. Цукри становлять 70-75% загального вмісту сухих розчинних речовин [4].

Органічні кислоти становлять незначну частину вмісту плоду – від 0,02 до 2,24%, але вони істотно впливають на його смакові якості. Кислотність більшою мірою, ніж інші речовини, змінюється під впливом зовнішніх умов вирощування і залежить від стиглості. Смак визначають не абсолютним вмістом цукрів або кислот, а їхнім співвідношенням.

Цукрово-кислотний коефіцієнт у плодів яблуні варіює від 6,7 до 96,8. У яблук з високими смаковими якостями та оптимально збалансованим вмістом цукру і кислоти цукрово-кислотний індекс становить 16-30. На смак плодів впливають і дубильні речовини, що підсилюють відчуття кислоти. В яблуках їх міститься 0,011—0,309% [4].

Мета роботи – дослідити якість повидла яблучного за різної підготовки сировини.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження було обрано найбільш поширений у Вінницькому регіоні сорт яблук Голден (рис. 1.).



*Рис. 1. Яблука сорту Голден*

Рецептура повидла представлеена у табл. 1.

**Таблиця 1**

*Рецептура повидла яблучного, г*

Інгредієнти	Кількість
Яблука	1500
Цукор	500

Традиційна технологія виробництва повидла передбачає приготування пюре із сировини яку не очищують від шкірки або її знімають та його уварювання. На основі цих двох різних технологій було виготовлено два зразки повидла (табл. 2).

**Таблиця 2**

*Підготовка сировини*

Зразки повидла	Підготовка сировини
Зразок 1	Яблука без зняття шкірки
Зразок 2	Яблука із зняттям шкірки

Як відомо, повидло є плодовим пюре, увареним з цукром до желеподібної консистенції, з додаванням або без додавання харчового пектину і харчових кислот. Пюре має добре желювати, тобто містити більше 1% пектинових речовин. [5]. Найбільше пектину знаходиться у шкірці, тому повидло буде ніжної желеподібної консистенції. Органолептичні показники дослідних зразків повидла, відповідали ДСТУ 6072:2009 (табл. 3) [6].

Пектин – складний вуглевод, який міститься в багатьох рослинах (фрукти, овочі, ягоди). У харчовій галузі пектин виробляється в основному з яблук і відзначається як добавка Е440. Застосовується для виробництва мармеладу, зефіру, варення, цукерок і желейних продуктів. Дана речовина відноситься до типу розчинної клітковини і має багато корисних властивостей: від поліпшення травлення до зниження ризику розвитку онкологічних і серцево-судинних захворювань.

## Органолептичні показники дослідних зразків повидла

Показник	Зразки	
	зразок 1	зразок 2
Зовнішній вигляд	Однорідна протерта маса, без насіння. Дозволено непротерті шматочки шкірочки	Однорідна протерта маса, без насіння. Без непротертих шматочків шкірочки
Смак	Виражений, приємний, кислувато-солодкий, без посторонніх смаків	
Запах	Приємний, яблучний	
Колір	Світло-коричневий, рівномірний по всій масі	
Консистенція	Густа мазка маса, що не розтікається на горизонтальній поверхні	Густа мазка маса, що повільно розтікається на горизонтальній поверхні

Отже, яблучне повидло за органолептичними показниками відповідало ДСТУ 6072:2009, але зразок 1 де не зачищували шкірку з яблук мав кращу кончистенцію, що не розтікається, за рахунок пектину шкірки.

**Висновки.** Пектинові речовини широко використовуються у харчовій промисловості. При варінні з цукром і кислотами пектин утворює драгли, цю його властивість використовують у виробництві продуктів з підвищеним вмістом цукру.

## Список використаної літератури

1. Лужанський В. (2024). Світовий ринок яблук та продуктів їх переробки. *Економіка та суспільство*. 2024. В. 59. С. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-145>
2. Лужанський В. Економічні аспекти переробки продукції з яблук в Україні. *Економіка та суспільство*. 2024. В. 62. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-139>
3. Ткаченко Д.В. Сучасні технології переробки і зберігання плодів та ягід : рекомендаційний покажчик літератури. Миколаїв : МНАУ. 2022. 68 с.
4. Білоусова І.О. Дослідження технологічних властивостей пектиновмісної сировини, як добавки для кондитерських виробів і консервної продукції. *Харчова наука і технологія*. 2009. № 1 (6). С.62–64
5. Шевчук О. Удосконалення технології виробництва повидла. *VI Всеукраїнська студентська науково - технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання»*. 2013. С. 273.
6. ДСТУ 6072:2009. Видання. Повидло. Загальні технічні умови. [Чинний від 2009-01-20]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2010. 17 с.

**Каріна МУДРЕНКО<sup>32</sup>,**  
студентка 3 курсу,  
факультет технології виробництва, переробки  
та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## ГМО В ПЛОДАХ ТА ОВОЧАХ

***Анотація:** ГМО є однією з найсуперечливіших технологій сучасності. На сьогоднішній день є вчені, які вбачають у генній інженерії можливий спосіб розв'язання продовольчої проблеми світу. Але чи це дійсно так, чи є ГМО безпечними для людства. Сьогодні є країни, які широко використовують ГМ – культури, а саме Китай, Індія, Японія, США. Поряд із ними більшість країн ЄС дуже обмежують користування цією продукцією. Тому питання використання ГМО досі залишається відкритим і потребує чимало досліджень.*

***Ключові слова:** ГМО, харчова промисловість, безпечність продуктів*

***Annotation:** GMOs are one of the most controversial technologies of our time. Today, there are scientists who see genetic engineering as a possible way to solve the world's food problem. But is it really so, and are GMOs safe for humanity? Today, there are countries that widely use GM crops, namely China, India, Japan, and the United States. Along with them, most EU countries severely restrict the use of these products. Therefore, the issue of GMO use still remains open and requires a lot of research.*

***Key words:** GMO, food industry, product safety*

**Вступ.** ГМО ( скорочення від «генетично модифікований організм») – це рослина, тварина або мікроб, у геномі якого було внесено одну або кілька змін, як правило, за допомогою високотехнологічної генної інженерії з метою змінити характеристики організму. Гени можуть бути введені, посилені або видаленні [1].

Більшість генетично модифікованих культур, що вирощуються на сьогоднішній день, були розроблені щоб допомогти фермерам запобігти втратам врожаю. Найпоширеніші ознаки ГМО – культур:

- Стійкість до пошкоджень комахами.
- Толерантність до гербіцидів.
- Стійкість до хвороб у рослин [2].

Прихильники ГМО стверджують, що генна інженерія є лише продовженням природного розведення рослин, але генна інженерія технічно та

---

<sup>32</sup>Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г. н, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

концептуально відрізняється від природного розведення та тягне за собою ризики.

Етапи, за допомогою яких створюється ГМО, дають зрозуміти, що генна інженерія не є продовженням природного розведення. Той факт, що процес трансформації є неприродним і штучним, не робить його небезпечним. Саме наслідки в сумі з відсутністю систематичної оцінки потенційних ризиків викликають занепокоєння. На сьогодні до сільськогосподарських культур, які за даними офіційних порталів були генетично модифіковані, відносяться 29 культур: люцерна, яблуня, аргентинська та польська канола (ріпак), гвоздика, цикорій, бавовник, мітлиця повзуча, баклажан, евкالیпт, льон, кукурудза, диня, папайя, петунія, слива, тополя, картопля, рис, троянда, соя, гарбуз, цукровий буряк, цукрова тростина, солодкий перець, тютюн, томат, пшениця.

В Україні, відповідно до діючого Закону України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» офіційно не зареєстровано жодної трансформаційної ГМ-події і відповідно не зареєстровано жодного сорту рослин чи породи тварин. Тому в сільськогосподарському виробництві України офіційно ГМ-рослини та тварини не використовуються [3].

**Виклад основного матеріалу.** В США з'явилась полуниця, яка містить гени камбали, щоб протистояти холоду, бактеріальні гени, щоб боротися з бактеріями, або вірусні гени, щоб «запустити» трансгенні гени. За звичайних обставин гени полуниці можуть походити лише від інших видів полуниці. Це традиційний метод селекції. Використовуючи генну інженерію, вчені можуть отримати гени від інших порід дерев, бактерій, риб, свиней і навіть людей і перенести їх у полуницю.

Генетично модифікована (ГМ) соя – це одна з найпоширеніших генетично модифікованих культур у світі. Це рослина, геном якої був змінений у лабораторних умовах для надання їй певних бажаних характеристик, а саме для стійкості до гербіцидів, що дозволяє фермерам використовувати певні гербіциди для знищення бур'янів, не пошкоджуючи при цьому культуру, стійкості до шкідників.

Генетично модифікована соя – це технологія, яка продовжує активно розвиватися. Дослідження в цій галузі надають все більше даних, які допомагають оцінити як переваги, так і ризики, пов'язані з її використанням.

Вбудована ДНК робить генетично модифіковані рослини сої несприйнятливими до знищувачів бур'янів, таких як гліфосат («Раундап» від Monsanto або інші торгові марки різних виробників). Новіші покоління генної інженерії стійкі до кількох гербіцидів. Вбудована стійкість до гербіцидів дозволяє фермерам часто обприскувати поля, знищуючи бур'яни без шкоди для сої. Але з часом бур'яни адаптуються – також стають стійкими – а це означає, що розпилюється ще більше хімікатів, іноді навіть більш токсичних.

## Посіви сої у світі та Україні у 21 сторіччі

Рік	Планета Земля		Україна	
	Посівна площа, млн. гектарів	Валовий збір, млн. тонн	Посівна площа, млн. гектарів	Валовий збір, млн. тонн
2000	74,3	161,3	60,6	64,4
2005	92,6	214,5	421,7	612,6
2010	102,8	264,9	1037	1680,2
2012	106,6	253,1	1412,4	2410,2
2015	120,8	323,2	2135,6	3930,6
2017	123,6	352,6	1981,3	3899,4

Один із можливих механізмів цього процесу запропоновано в дослідженні ГМ RR сої. Дослідження показало, що після нанесення гліфосату на рослину він накопичується в тканинах рослини, а потім виділяється в ґрунт через коріння. Там він стимулює ріст певних грибів, зокрема *Fusarium*, грибок, який викликає хворобу в'янення та синдром раптової загибелі рослин сої. Інші дослідження підтверджують зв'язок між застосуванням гліфосату та збільшенням зараження рослин фузаріозом.

Фузаріоз викликає особливе занепокоєння, оскільки він вражає не тільки рослини. Він виробляє токсини, які можуть потрапити в харчовий ланцюг і завдати шкоди людям і худобі. У свиней заражений фузаріозом корм є репродуктивним токсином» і збільшує мертвонародження.

Також було показано, що гліфосат збільшує частоту та тяжкість інших грибкових захворювань у рослин, у тому числі ураження пшениці та кореневу гниль *Colletotrichum* у сої. Гліфосат пригнічує розвиток коренів, зменшуючи біомасу кореневих бульбочок до 28% [3, 4].

Генетично модифікована картопля Amflora. Amflora – це сорт генетично модифікованої картоплі, розроблений німецькою компанією BASF. Головною особливістю цього сорту є те, що в ньому відсутній один із типів крохмалю – амілоза. Це дозволяє отримувати крохмаль з більш однорідною структурою, що має ряд переваг при використанні в промисловості.

Відсутність амілози робить крохмаль більш в'язким і однорідним, що є цінною властивістю для виробництва паперу, клею та інших продуктів.

Серед ризиків можна визначити такі:

- можливі непередбачені наслідки для екосистем, такі як поява стійких до гербіцидів бур'янів або шкідників.
- хоча численні дослідження не виявили шкідливого впливу ГМ – продуктів на здоров'я людини, питання про їхню довгострокову безпеку залишається відкритим.
- існує теоретична можливість того, що генетичні модифікації можуть призвести до появи нових алергенів.

Після комплексної процедури дозволу, включаючи позитивні наукові висновки, Європейська комісія (ЄК) схвалила вирощування крохмальної



картоплі Amflora 2 березня 2010 року. Ця ГМ – картопля не призначена або дозволена як їжа, а для виробництва крохмалю для промислового застосування. Її побічні продукти, однак, можуть використовуватися як корм. За словами ЄК, це оптимізує виробничий процес і дозволить заощадити на сировині, енергії, воді та хімікатах на основі нафти [5, 6].

Вирощування та використання ГМ – культур регулюється законодавством різних країн. У багатьох країнах Європи, в тому числі в Німеччині, вирощування Amflora було заборонено через суспільні протести та занепокоєння щодо її впливу на довкілля.

Було досліджено, що ГМ – культури мають інший склад, ніж їхні ГМ – побратими, навіть якщо дві культури вирощуються в однакових умовах, в той самий час і в тому самому місці, що означає, що зміни викликані не різними факторами навколишнього середовища, а генетичною модифікацією.

Змінена поживна цінність викликає занепокоєння з двох причин: по-перше, тому що вона може безпосередньо вплинути на здоров'я тварини чи людини, які їдять їжу через надлишок або нестачу певних поживних речовин; і по-друге, тому що це показник того, що процес ГМ змінив біохімічні процеси в рослині. Це може бути підказкою того, що також відбулися інші несподівані та ще не ідентифіковані зміни, які можуть вплинути на здоров'я людини чи тварин, наприклад змінена токсичність або алергенність.

Існує три можливі джерела негативного впливу ГМ – продуктів на здоров'я:

- Процес трансформації ГМ може викликати мутагенні ефекти, які можуть порушити або змінити структуру гена, порушити нормальні процеси регуляції генів або спричинити ефекти на інших рівнях біологічної структури та функції. Ці ефекти можуть призвести до ненавмисних змін у складі, включаючи нові токсини або алергени та/або порушення харчової цінності.

- ГМ – генний продукт, наприклад, Bt-токсин у ГМ інсектицидних культурах, може бути токсичним або алергенним.

- Зміни в методах ведення сільського господарства, пов'язані з використанням ГМО, можуть призвести до утворення токсичних залишків – наприклад, вищий рівень забруднення посівів гербіцидом Раундап є неминучим результатом використання ГМ культур Раундап [3].

На початку вересня Володимир Зеленський підписав ухвалений Верховною Радою України «Про державне регулювання генетично-інженерної діяльності та державний контроль за обігом генетично модифікованих організмів і генетично модифікованої продукції для забезпечення продовольчої безпеки».

Основні положення цього Закону передбачають:

- розмежування повноважень органів державної влади з метою усунення дублювання функцій у сфері поводження з ГМО;

- удосконалення системи оцінювання ризиків ГМО щодо можливого впливу на здоров'я людини та навколишнього природного середовища;

- запровадження європейських механізмів державної реєстрації ГМО;
- удосконалення вимог до маркування ГМ – продукції та запровадження правил щодо її простежуваності;
- посилення державного контролю у сфері поводження з ГМО, а також встановлення відповідальності за порушення законодавства у цій сфері.

Зазначений Закон вводиться в дію з 16 вересня 2026 року [7].

**Висновки.** Технологія створення ГМО є настільки недосконалою, що може стати основним джерелом біологічного та екологічного ризику для людини і навколишнього середовища. Невідомо, чого чекати від ГМО, адже їхній вплив на людський організм можна прогнозувати лише теоретично. Наука неспроможна визначити, куди саме потрапляє вміщений ген.

### Список використаної літератури

1. National Human Genome Research Institute. URL: <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Genetically-Modified-Organism>
2. How GMO Crops Impact Our World, Feed Your Mind Main. URL: <https://www.fda.gov/food/agricultural-biotechnology/how-gmo-crops-impact-our-world>
3. GMO Myths and Truths 2<sup>nd</sup> edition, John Fagan, Michael Antoniou, Claire Robinson, 2014р
4. Менів О.І. Актуальні правові питання використання гмо у рослинництві в Україні та ЄС. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. Вип. 218. С. 76-84.
5. Білоусько Т.Ю., Набоков Р. Запровадження біотехнологій в рослинництві: актуальність та перспективи. *Матеріали XIX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія в XXI столітті»*. 2023. С. 6.
6. Генетично модифікована картопля Amflora, Європейський парламент. URL: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/LDM\\_BRI\(2010\)100028](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/LDM_BRI(2010)100028)
7. Держпродспоживслужба URL: <https://dpss.gov.ua/>

Єлизавета НІКІТЕНКО<sup>33</sup>,  
студентка 2 курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ РОСЛИННИХ ДОБАВОК ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

***Анотація.** Використання нетрадиційних рослинних добавок у виробництві борошняних кондитерських виробів є сучасним напрямом розвитку харчових технологій, спрямованим на підвищення біологічної цінності продукції. Додавання таких компонентів, як фруктові та овочеві порошки (калини, горобини, обліпихи, гарбуза), дозволяє збагатити вироби вітамінами, мінералами та іншими біологічно активними речовинами. Дослідження підтверджують, що такі добавки покращують не тільки хімічний склад продукції, але й її технологічні та сенсорні властивості, зокрема текстуру та смакові характеристики. Це робить вироби кориснішими для здоров'я споживачів, знижуючи дефіцит важливих поживних речовин у раціоні.*

***Ключові слова:** рослинні добавки, кондитерські вироби, харчові технології, біологічна цінність, поживні речовини.*

***Annotation.** The use of non-traditional vegetable additives in the production of flour confectionery is a modern direction of food technology development aimed at increasing the biological value of products. The addition of such components as fruit and vegetable powders (viburnum, rowan, sea buckthorn, pumpkin) allows enriching products with vitamins, minerals and other biologically active substances. Studies show that such additives improve not only the chemical composition of products but also their technological and sensory properties, including texture and taste. This makes the products healthier for consumers, reducing the deficiency of important nutrients in the diet.*

***Key words:** vegetable additives, confectionery, food technology, biological value, nutrients.*

***Вступ.** Відповідно до основної концепції державної політики у сфері охорони здоров'я та харчування, яка полягає у збереженні та зміцненні здоров'я населення шляхом раціонального харчування та профілактики захворювань, спричинених недоїданням та незбалансованим харчуванням, необхідно розробляти харчові продукти, які не тільки задовольняють харчові потреби*

---

<sup>33</sup>Науковий керівник – Овсієнко С.М., к. с.-г. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

людей, а й позитивно впливають на фізичне здоров'я. До таких продуктів належать кулінарні та кондитерські вироби на основі борошна з додаванням вторинної рослинної сировини у вигляді порошку з насіння гарбуза.

У сучасних умовах господарювання значна частина закладів ресторанного господарства пропонує відвідувачам борошняні кондитерські вироби власного виробництва. Така продукція власного користується значним попитом серед населення та відвідувачів ресторанів. Водночас, їх хімічний склад характеризується дисбалансом основних поживних речовин та високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів і жирів. Цілеспрямовано визначаючи хімічний склад продукції, можна ефективно впливати на харчовий раціон людини, стан її здоров'я, трудову активність тощо.

Світові тенденції у галузі харчування пов'язані зі створенням продуктів, які покращують здоров'я при щоденному вживанні і називаються функціональними продуктами харчування. Найбільш перспективними напрямками для створення функціональних добавок є сировина рослинного походження.

Побічні продукти утворюються в усіх галузях харчової промисловості і, якщо їх не переробляти, забруднюють навколишнє середовище. Така вторинна рослинна сировина містить багато біологічно цінних функціональних речовин і може бути в подальшому використана у виробництві харчових продуктів [1]. Сьогодні ринкові умови диктують виробникам необхідність створення продуктів, які могли б користуватися попитом у споживачів, що дбають про здорове харчування.

Для цього виробники різних харчових продуктів прагнуть випускати продукцію, яка не тільки задовольняє органолептичні показники якості, а й покращує здоров'я людей при щоденному споживанні, тобто функціональну продукцію. Такі продукти можна отримати шляхом зміни рецептур і технологій виробництва вже відомих харчових продуктів за рахунок додавання в ході технологічного циклу функціональних добавок, таких як вітаміни і мінерали, харчові волокна, антиоксиданти, біфідобактерії, поліненасичені жирні кислоти, олігосахариди, мікроелементи, нетрадиційна і вторинна рослинна сировина, комплексні добавки і багато інших [2].

Одним з таких видів функціональної сировини є порошок з гарбузового насіння. Цей порошок при додаванні до продуктів щоденного харчування, якими можуть бути борошняні кондитерські вироби, зокрема пісочні напівфабрикати, вафельне тісто, бісквітне тісто, може стати основою здорового харчування для всіх груп населення. Це підтверджує доцільність дослідження, створення та освоєння виробництва спеціалізованих пісочних напівфабрикатів, збагачених різними біологічно активними добавками, в тому числі однією з найбільш збалансованих за вмістом біологічно активних речовин - порошком з насіння гарбуза. Користь гарбузового насіння також незаперечна для людей, які страждають на гіпертонію та цукровий діабет: воно має здатність стабілізувати артеріальний тиск і знижувати рівень цукру в крові. Крім того, гарбузове

насіння є хорошим сечогінним і жовчогінним засобом. Багате на цинк, воно зміцнює пам'ять, покращує роботу мозку та зменшує втому.

**Виклад основного матеріалу.** Гарбузовий порошок вирізняється справді унікальним вітамінно-мінеральним складом, який продукт успадкував від природи. Хімічний склад гарбузового порошку містить значну кількість рослинного білка, який, у свою чергу, чудово засвоюється організмом людини, а також містить ряд незамінних амінокислот.

Гарбузовий порошок містить аргінін - природну сполуку, яка допомагає зміцнити імунітет організму, а також уникнути таких захворювань, як ожиріння, гіпертонія, жирова дистрофія печінки, цукровий діабет та інші. Користь гарбузового порошку для організму людини неоціненна і обумовлена вітамінно-мінеральним складом продукту, який містить такі важливі сполуки, як лізин, ізолейцин, гліцин, глютамін, а також фенілаланін і кукурбітин.

Дослідження гарбузового порошку (табл. 1) показало, що він містить досить велику кількість білків, жирів, харчових волокон, ліноленової та лінолевої кислот, натрію, калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза, цинку та вітамінів.

Порошок гарбузового насіння має унікальний склад. Він містить велику кількість вітамінів, особливо вітамінів групи В, альфа-токоферол, біотин, ненасичені жирні кислоти, а також мінеральні елементи, білки, вуглеводи та фітостероли, які беруть участь у формуванні збалансованого функціонування організму людини [1].

До складу гарбузового насіння входить більше п'ятдесяти корисних речовин, які, в свою чергу, беруть безпосередню участь у всіх життєво важливих функціях організму.

**Таблиця 1**

**Хімічний склад борошна та гарбузового порошку, % на 100 г сухої речовини**

Показник	Пшеничне борошно вищого гатунку	Гарбузовий порошок
Білки	11.97	25.85
Жири	1.28	51.76
Вуглеводи	82.09	11.30
Харчові волокна	4.07	29.2
Зола	0.58	5.04
Омега-3	0.03	0.127
Омега-6	0.56	22.00
Мінерали, мг %:		
Na	3.49	15.83
K	141.86	851.54
Ca	20.93	45.37
Mg	18.60	564.52
P	100.00	1238.79

*Продовження таблиці 1*

Fe	1.40	10.55
Zn	0.70	10.55
Cu	0.10	1.48
Вітаміни, мг %		
At 1	0.20	0.28
At 2	0.05	0.16
PP	1.40	5.27
C	-	2.00
Калорійність, ккал	388	590

*Таблиця 2*

*Компоненти гарбузового порошку*

Категорія	Компоненти
Амінокислоти	Триптофан, аргінін, фенілаланін, тирозин, валін, ізолейцин, лейцин, гістидин, цистеїн, треонін, метіонін, лізин.
Мінерали	Марганець, фосфор, магній, мідь, цинк, залізо.
Насичені кислоти	Міристинова, пальмітинова, стеаринова кислоти.
Вітаміни	Е, К, С, В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , В <sub>4</sub> , В <sub>5</sub> , В <sub>6</sub> , В <sub>9</sub> , альфа і бета-каротин, ціанін, лютеїн.
Ненасичені кислоти	Омега 3 та 6, ліноленова, арахідонова, лінолева, олеїнова кислоти.

Користь гарбузового порошку залежить, головним чином, від різноманітного вітамінного складу, в якому перше місце за вмістом займають: вітамін В<sub>1</sub>, вітамін В<sub>6</sub>, вітамін В<sub>9</sub>, альфа-токоферол, біотин, а також вони багаті на такі вітаміни, як пантотенова кислота, вітамін В<sub>2</sub>, вітамін РР, холін [1]. Гарбузове насіння також багате на мінеральні речовини, такі як магній, фосфор, калій та інші (табл. 2). Порошок з насіння соняшнику містить природні антиоксиданти, представлені фенольними сполуками. Серед них такі хімічно активні антиоксиданти, як кавова кислота, хлорогенова кислота.

*Таблиця 3*

*Вміст вітамінів та мінералів з насіння соняшнику*

Назва вітаміну/мінералу	Вміст, масова частка на 100 г продукту, г
Вітаміни: вітамін В <sub>1</sub> (тіамін)	1.48-2.10
Вітамін В <sub>6</sub> (піридоксин)	0.800-1.345
Вітамін Е (альфа-токоферол)	33.20-35.17
Біотин	0.67
Бета-каротин	30.0
Мінерали: калій	645.0
Кальцій	367.0
Магній	354.0
Натрій	160.0

Соняшниковий порошок також має багатий вміст ліпідів, які можна розділити за здатністю взаємодіяти з лугами на: ацильні та ізопреноїди. До групи ацильних ліпідів відносяться ефіри та складні ефіри. А до групи ізопреноїдів - каротиноїди, жиророзчинні вітаміни і провітаміни, стерини, хлорофіли та інші сполуки. Всі ліпіди виконують певні біологічні функції в організмі людини: беруть участь у побудові клітинних мембран, обміні речовин, регуляції гормональних функцій і т.д. Насіння соняшнику відрізняється високим вмістом і різноманітним складом не тільки жирів і вітамінів, але і великою різноманітністю білків, амінокислот (в тому числі незамінних) і вуглеводів. Такий різноманітний склад гарбузового порошку дає можливість використовувати його як функціональний компонент для виготовлення харчових продуктів, зокрема для виготовлення пісочних напівфабрикатів.

Порошок з гарбузового насіння отримують шляхом очищення від зовнішньої твердої оболонки насіння, подальшого подрібнення та просіювання. При подрібненні насіння соняшнику відбувається часткове руйнування клітинної стінки і міжклітинних взаємодій, тому хімічні речовини, що входять до складу насіння соняшнику, краще взаємодіють з рештою рецептурних компонентів при додаванні порошку насіння соняшнику до складу тіста для приготування пісочного напівфабрикату. Це дозволяє сприяти утворенню стійкої жирової емульсії з високим ступенем дисперсності жирових кульок під час замішування тіста, а це покращує структуру та органолептичні показники пісочного напівфабрикату. На основі проведених досліджень та отриманих експериментальних даних розроблено технологію виробництва та підібрано оптимальну рецептуру пісочного напівфабрикату з використанням порошку з насіння соняшнику.

Порошки нетрадиційної рослинної сировини є перспективними для збагачення борошняних кондитерських виробів. Свіжа продукція має сезонний характер і не забезпечує регулярне надходження біологічно активних речовин у харчовий раціон населення. При сушінні з рослинних об'єктів виділяється волога, підвищується концентрація субстанцій у клітинному соку та його осмотичний тиск, що перешкоджає розвитку мікроорганізмів. Хімічний склад сушених ягід концентрований і високоенергетичний, багатий на вуглеводи, пектинові та мінеральні речовини, вітаміни та органічні кислоти [4].

Яблучний порошок набув широкого застосування в харчових технологіях. Його харчова цінність полягає у вмісті вітамінів та мікроелементів, здатності зберігатися до двох років.

Проведено дослідження щодо можливості використання яблучного порошку в технології карамелі. Встановлено, що додавання яблучного порошку при виробництві карамелі дозволяє підвищити харчову цінність готового продукту за рахунок пектинових та мінеральних речовин, виключити з рецептури синтетичні ароматичні, смакові та барвники [3]. Обґрунтовано та розроблено технологію використання яблучного порошку для виробництва

фруктового печива, пряників та оздоблювальних напівфабрикатів. Встановлено, що додавання яблучного порошку до бісквітів, печива та пряників у кількості 10...15 % дозволяє отримати готову продукцію високої якості, подовжити терміни зберігання виробів, підвищити їх біологічну цінність [4-6].

Обґрунтовано можливість використання 10 % порошку хурми замість пшеничного борошна в технології пісочних виробів, що покращує структурні показники пісочного печива, підвищує його біологічну цінність і водночас призводить до зниження енергетичної цінності продукту [7].

Введення до рецептури печива гарбузового порошку в кількості 5...15 % від маси борошна сприяє підвищенню його харчової цінності за рахунок біохімічного складу гарбуза. Велика кількість легкозасвоюваних цукрів, пектину, заліза, міді, кобальту, цинку, фтору активно впливають на кровообіг, підвищують імунітет, виводять з організму важкі метали та радіонукліди [6].

Додавання порошку ожини в технологію бісквітних напівфабрикатів дозволяє отримати вироби з підвищеним вмістом біологічно активних речовин, особливо антиоксидантів, жирних кислот і мінеральних речовин [7].

Досліджено можливість отримання вафельних листів, збагачених порошком гірасолу [8]. Встановлено, що порошок гірасолу зменшує в'язкість тіста та підвищує крихкість вафель.

**Висновки.** Аналізуючи літературні дані, можна зробити висновок, що овочеві порошки є перспективною сировиною для використання в технології борошняних кондитерських виробів.

Використання гарбузового насіння як солодкої, насиченої та приємної смакової добавки при приготуванні борошняних кондитерських виробів дозволяє отримати низькокалорійну, високобіологічну, екологічно чисту продукцію, збагачену вітамінами та мінеральними речовинами. Крім того, використання цієї рослинної сировини дозволить значно зменшити надходження імпоротної сировини. Це також збільшує можливість отримання продуктів, які можуть бути рекомендовані в дієтичному та профілактичному харчуванні.

### Список використаної літератури

1. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 338 с.
2. Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон А.М., Овсієнко С.М., Бондар М.М. Інноваційні технології харчових виробництв. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю.В. 2022. 300 с.
3. Шульга, О., Каменчук, Т., Шульга, С. (2012). Яблучний порошок у добавках для підвищення харчової цінності карамелі. Український продовольчий журнал, 1 (2), 59-61.
4. Калакура, М. М., Ратушенко, А. Т., Бублик, Г. А. (2016). Підвищення якості кондитерських виробів з яблучним порошком. *Технологічний аудит та*



*резерви виробництва*. 3 (3(29)), 12-17. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.70976/>.

5. Кохайдова З., Каровісова Ж., Журасова М., Кукуроваб К. (2011). Вплив додавання комерційного порошку яблучної клітковини на хлібопекарські та сенсорні властивості печива. *Acta Chimica Slovaca*, 4 (2), 88-97.

6. Алсухайбані, А. М. А. (2015). Біохімічне та біологічне дослідження печива, збагаченого яблучним порошком. *Близькосхідний журнал сільськогосподарських досліджень*. 04(04). 984-990.

7. Сирохман, І. В., Філь, М. І. (2008). Пат. № 35288 UA. Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату. № u200804712; заявл: 11.04.2008; опубл. 10.09.2008, Бюл.№17.

8. Мирошник Ю. А., Косаківська Г. С., Доценко В. Ф., Гавриш А. В. (2013). Пат. №83989 UA. Композиція для отримання бісквітного напівфабрикату. u201303613; заявл.22.03.2013; опубл.10.10.2013, Бюл.№19.

**Влад ОБЕРЕМОК<sup>34</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
факультету технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

## **КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ З ДОДАВАННЯМ ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ**

***Анотація.** Сучасне суспільство найбільше серед всіх поколінь схильне до запровадження здорового способу життя, ключовим моментом якого є харчування. Правильна його організація та компоненти є важливими складниками, які впливають на зовнішній вигляд людини, її фізичний стан та ведуть до омріяного довголіття. Ключовим компонентом означеної парадигми є використання у харчуванні натуральних кисломолочних продуктів та їжі рослинного походження.*

*Це поставило перед харчовою промисловістю нові виклики, що мають на меті впровадження рослинної сировини у виробництво кисломолочних продуктів. Однак зміна складників впливає й на технологію виробництва. Адже, на відміну від штучних ароматизаторів, які не впливають критично на фізичні та хімічні особливості кисломолочної основи, уведення натуральних добавок на основі ягідної сировини змінює текстуру, термін придатності, смак та колір. Це проковує пошук нових технологій, методів через проведення експериментів.*

---

<sup>34</sup>Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Ключові слова:** кисломолочні продукти, закваска, ягідний наповнювач, пробіотики, пребіотики

**Anotation.** *Modern society is the most inclined among all generations to introduce a healthy lifestyle, the key point of which is nutrition. Its correct organization and components are important components that affect a person's appearance, his physical condition and lead to the desired longevity. The key component of this paradigm is the use of natural fermented milk products and food of plant origin in nutrition.*

*This posed new challenges to the food industry, aimed at the introduction of plant raw materials into the production of fermented milk products. However, the change in components also affects the production technology. After all, unlike artificial flavorings, which do not critically affect the physical and chemical features of the sour-milk base, the introduction of natural additives based on berry raw materials changes the texture, shelf life, taste and color. This provokes the search for new technologies, methods through conducting experiments.*

**Key words:** *fermented milk products, sourdough starter, berry filler, probiotics, prebiotics*

**Вступ.** Довголіття та феномен «вічної молодості» є одними з маркерів парадигми сучасного суспільства, яка інтегрує принципи здорового способу життя. Правильне харчування – одна з важливих складових цієї системи, що народжує попит на продукти, виготовлені з дотриманням принципів екологічності, безпечної теплової обробки, відмови від трансжирів, використання кисло-молочної та продукції рослинного походження. Вживання продуктів, які поєднують високі органолептичні якості, поживну цінність і допомогу для здоров'я стало беззаперечно прийнятим принципом харчування здорового сучасного суспільства.

Ці аспекти вимагають від дослідників звернути увагу на питання розробки та оптимізації технологій виробництва ферментованих кисломолочних продуктів з додаванням продуктів переробки ягідної сировини.

**Виклад основного матеріалу.** Цінність молока в житті людства важко переоцінити, адже воно є найпростішою їжею, виготовленою самою природою. Древні філософи називали його «джерелом здоров'я» та «білою кров'ю» [1]. Таку прихильність та славу воно здобуло завдяки своєму складу, адже містять білки, жири та вуглеводи у гармонійних пропорціях. Крім того, під час розщеплення білків утворюються амінокислоти (лізин, триптофан, метіонін, валін та ін.), які є незамінними, адже є важливими учасниками обмінних процесів в організмі людини.

Крім цих речовин до складу молока входять цілий комплекс мінеральних елементів таких, як кальцій, калій, фосфор, магній, натрій, які відіграють важливу роль у побудові ферментів, вітамінів та гормонів.

Цінним молоко та молочні продукти є своєю високою енергетичною цінністю. Так, один літр молока містить 2400 кДж, кисломолочний сир – 9450 кДж, масло вершкове – 31330 кДж. У порівнянні з яловичиною, енергетична цінність одного кілограму якої складає 7800 кДж, молочні продукти є гарною альтернативою.

Таким чином, один літр молока повністю задовольняє потребу людини в тваринному жирі, кальції, фосфорі; на 53 % – в тваринному білку; на 35 % – біологічно активними незамінними жирними кислотами, у вітамінах А, С, тіаміні; на 21,6 % – у фосфоліпідах; на 26 % – в енергії.

Кисломолочні продукти поділяються за типом використаних заквасок на :

- продукти на основі молочнокислого бродіння;
- продукти на основі змішаного бродіння: молочнокислого і спиртового.

Використання закваски сприяє витісненню з молока шкідливої мікрофлори та формування молочнокислого біфідобактеріального середовища. Під час життєдіяльності бактерій в молоці виробляються та накопичуються ферменти, вітаміни, органічні кислоти, що надають продукту корисні та лікувальні властивості. Саме ці ознаки роблять кисломолочні продукти особливо цінними для організму людини і забезпечують їх масове використання.

Не залежно від виду, виготовлення кисломолочних продуктів відбувається за загальною технологією: приймання сировини – нормалізація суміші – підігрів – очищення – гомогенізація – охолодження – заквашування. Заквашування може відбуватися двома способами:

- резервуарним;
- термостатним.

Технологія резервуарного способу заквашування передбачає перебіг таких процесів: сквашування в резервуарах – охолодження згустку – визрівання.

Технологія термостатного способу відбувається за такою схемою: розлив – сквашування в термостатній камері – охолодження в холодильній камері.

Далі відбувається фасування та зберігання готового продукту в незалежності від способу заквашування.

Відносно новим напрямком у виробництві кисломолочних продуктів є виробництво питних йогуртів. Процес відрізняється необхідністю використання речовин для стабілізації структури продукту, заквасок прямого внесення та різних наповнювачів.

Класифікація кисломолочних продуктів залежить від виду закваски, що використовується у виготовленні з використанням одного штаму або багатьох. Відповідно до стану штаму закваски є тверді, сухі (ліофільновисушені), заморожені. За складом мікрофлори закваски бувають бактеріальні, грибові, змішані.

Основою для виробничих заквасок є ті, що були вироблені в спеціальних лабораторіях. Вони називаються маточними.

Згідно виду молочнокислих бактерій закваски бувають:

- з мезофільних молочнокислих бактерій (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetylactis* і *Leuconostoc*);
- закваски, що у своєму складі містять термофільні молочнокислі бактерії (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. lactis*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. plantarum*);
- виготовлені на заквасках мезофільних і термофільних лактококів;
- виготовлені з використанням ацидофільних бактерій;
- виготовлені з використанням біфідобактерій;
- виготовлені на багатокомпонентних заквасках [2].

Саме у продуктах, які виготовлені з використанням мезофільних і термофільних молочнокислих бактерій використовуються плодово-ягідні наповнювачі [4].

Використання ягідних наповнювачів надає ферментованим кисломолочним продуктам привабливого зовнішнього вигляду, підвищує біологічну цінність, насичує поживними речовинами (вітамінами, мінералами, амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами, поліфенолами), покращує структуру, формує органолептичні властивості та продовжує термін зберігання.

У якості харчових добавок рослинного походження додають продукти переробки ягідної сировини у вигляді соків або сиропів. Для того, щоб запобігти зайвому насиченню цукрозою, використовують соки прямого віджиму [3, с. 105].

На відміну від використання хімічних барвників та ароматизаторів ягідного походження, при застосуванні природних компонентів виникають складності, що пов'язані з можливістю порушення процесу ферментації молочної основи, зміною кольору, смаку та терміну придатності.

Особливості технологічного процесу виготовлення ферментованих кисломолочних продуктів з додаванням продуктів переробки ягідної сировини передбачають:

1. *Використання гідроколоїди стабілізаторів* для збереження властивостей, що характерні пастам та пудингам, що забезпечують збереження структури продукту, покращують органолептичні властивості, попереджаються агрегацію білків молока під час використання наповнювачів на основі ягідної сировини [3].

2. *Застосування термостатного способу сквашування* сировини. Група дослідників на чолі з Соломоном А. М. експериментально довели, що використання означеного способу для подальшого внесення ягідних наповнювачів є найбільш ефективним, а безпосереднє внесення означених наповнювачів варто проводити під час процесу перемішування після внесення закваски [3].

3. *Наявність стабілізаторів*. Низька кислотність ягідних наповнювачів (рН 2,9-3,6) ущільнює сітку білкового гелю, руйнує структуру молочно-кислої

основи, викликає синерезис. Стабілізатори засобом утворення колоїдних агрегатів між білками молока і молекулами гідроколоїдів запобігає виникненню описаних процесів.

4. *Оптимальне з'єднання з соками окремих видів.* Не кожна ягідна добавка може бути ефективно поєднана з кисломолочними продуктами. Найбільш вдалим є поєднання з малиновим, вишневим, журавлиним, полуничним, порічковим, абрикосовим соками.

5. *Врахування масової частки ягідного наповнювача.* Від її кількості залежить термін зберігання продукту та зміна його реологічних властивостей.

Отже, використання продуктів переробки ягідної сировини у виготовленні ферментованих кисломолочних продуктів мають свої особливості і переваги, на які слід звертати увагу при їх виробництві.

**Висновки.** Кисломолочна продукція все частіше займає перше місце за затребуваністю у споживача. Це пов'язане з такими аспектами:

- парадигмою сучасного суспільства, ключовим складником якої є спрямування на здоровий спосіб життя;
- широкий асортимент продукції, який крім різних рідких продуктів (кефірів, йогуртів) пропонує збільшення видів продукції в сегменті сирів (м'який дієтичний плодово-ягідний сир з жирністю 11 %, 4 % та нежирний), десертів (плодово-ягідне морозиво, щербет, фруктовий лід), масел (вершкове фруктово-ягідне), вершкових напоїв;
- харчова цінність кисломолочних продуктів, яка спирається на високу кількість білкових сполук, що легко засвоюються, широку лінійку мікроелементів, мінералів та вітамінів, які важливі для здоров'я людини.

Такі орієнтири звернули увагу технологів на використання у виробництві плодово-ягідного комплексу, який має свої технологічні особливості, серед яких:

- використання гідроколоїди стабілізаторів;
- застосування термостатного способу сквашування;
- наявність стабілізаторів;
- оптимальне з'єднання з соками окремих видів;
- врахування масової частки ягідного наповнювача.

У перспективах подальшого вивчення означеної теми – дослідження результатів від комбінацій різних видів ягідної сировини, вивчення оптимальних умов ферментації з додаванням ягідних продуктів для досягнення бажаних органолептичних характеристик та стабільності продукту, аналіз впливу ягідних добавок на активність пробіотичних культур та їх ефективність у готовому продукті, виявлення впливу антиоксидантів, що містяться в ягідній сировині на поліпшення здоров'я споживачів та їх.

Такі орієнтири звернули увагу технологів на використання у виробництві плодово-ягідного комплексу

### Список використаної літератури

1. Головка М. П., Власенко І. Г., Головка Т. М., Семко Т. В. Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР: навчальний посібник. Харків :ХДУХТ, 2021. 290с.
2. Кириченко В., Кот С. Мікробіологія молока і молочних продуктів. Курс лекцій. Миколаїв : видавничий відділі МНАУ, 2019. 181 с.
3. Соломон А. М., Бондар М. М., Д'яконова А. К. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання. Монографія. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.
4. Сторожук О. Дослідження технології виробництва кисломолочних продуктів з подовженим терміном зберігання. Автореферат на здобуття доктора філософії. Вінниця, 2018. 92 с.

**Валерія ОМЕЛЬЧЕНКО<sup>35</sup>,**  
студентка 2 курсу,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### ОБГРУНТУВАННЯ РЕЦЕПТУРИ ПАСТИ СИРКОВОЇ З КМИНОМ

***Анотація.** У статті узагальнено літературні дані щодо актуальності питання використання рослинних компонентів у технології виробництва сирного продукту. Проаналізовано дослідження українських та зарубіжних вчених з цього питання. Встановлено вибір кмину як функціонального інгредієнта з даного питання. Висловлено припущення, що розробка пастоподібного сиру з функціональними інгредієнтами є своєчасною та актуальною темою для наукових досліджень. Метою роботи є розробка рецептури виробництва плавленого сиру з кмином як функціональним інгредієнтом та демонстрація технології. Завдання дослідження було обрано чотири різні сирної-пасту з різним вмістом кмину: контроль – аналог, 1-3%, 2-5% та 3-7% кмину. Враховуючи результати сенсорної оцінки, можна стверджувати, що внесення 3% кминної пасту в рецептуру дозволяє отримати продукцію з хорошими споживчими характеристиками. Цей результат свідчить про мікробіологічну безпеку зразків пасту сирної.*

***Ключові слова:** сирна паста, органолептичні здібності, вологість продукту, кмин, вітаміни.*

---

<sup>35</sup>Науковий керівник – Морозова Л.П., к. хім. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва, переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

**Annotation.** *The article summarizes literature data on the relevance of the issue of the use of plant components in the technology of cheese product production. The research of Ukrainian and foreign scientists on this issue is analyzed. The choice of cumin as a functional ingredient in this matter is established. It is suggested that the development of pasty cheese with functional ingredients is a timely and relevant topic for scientific research. The purpose of the work is to develop a recipe for the production of processed cheese with cumin as a functional ingredient and to demonstrate the technology. Research task four different tofu pastes with different cumin content were chosen: Control - analogue, 1-3%, 2-5% and 3-7% cumin. Taking into account the results of the sensory evaluation, it can be stated that the addition of 3% cumin paste to the formulation allows to obtain products with good consumer characteristics. This result indicates the microbiological safety of cheese paste samples.*

**Вступ.** Сучасні тенденції у виробництві харчових продуктів усе більше орієнтуються на використання натуральних та функціональних інгредієнтів, які не лише покращують органолептичні властивості, але й підвищують харчову цінність кінцевого продукту. Особливий інтерес викликає застосування рослинних компонентів у виробництві молочних продуктів, зокрема сирних паст. Серед таких інгредієнтів кмин виділяється своїми унікальними властивостями, що надають продукту специфічного аромату і смаку, а також сприяють покращенню стабільності та безпечності продукту. У цій статті розглядається обґрунтування рецептури сиркової пасти з кмином, а також результати досліджень, які підтверджують ефективність його використання у виробництві.

**Виклад основного матеріалу.** У статті розглядається використання кмину як функціонального інгредієнта у виробництві сиркових паст. Проведено аналіз літературних даних і досліджень українських та зарубіжних науковців щодо застосування рослинних компонентів у технології виробництва молочних продуктів. Обґрунтовано вибір кмину через його багатий склад вітамінів, антиоксидантні властивості та позитивний вплив на органолептичні показники продукту. Проведені дослідження показали, що додавання 3% кмину в рецептуру сиркової пасти забезпечує високу якість продукту з хорошими споживчими характеристиками. Це підтверджують результати сенсорної оцінки, які показали, що зразки з додаванням кмину мали кращий смак, консистенцію та зовнішній вигляд у порівнянні з аналогами. Також було встановлено, що фізико-хімічні показники, такі як титрована кислотність і масова частка вологи, відповідають нормативним вимогам і знаходяться в межах норми. В цілому, дослідження підтверджують ефективність використання кмину як функціонального інгредієнта у виробництві сиркових паст, що робить його перспективним для подальших наукових розробок і впровадження у виробництво.

Сучасні тенденції в харчовій промисловості спрямовані на підвищення якості продукції за рахунок використання функціональних домішок, які не тільки покращують смакові властивості, але й надають продуктам додаткову харчову цінність. Введення кмину в сиркову пасту є прикладом успішного використання рослинної добавки для створення продукту з поліпшеними характеристиками. На сьогоднішній день важливим напрямком на підприємствах молочної продукції є підвищення якості і безпеки, збагачення та додавання функціональних домішок які покращують рецептуру. Спираючись на це функціональною рослинною добавкою в цьому дослідженні було взято кмин. Кмин багатий на вітаміни групи В, токоферол,  $\beta$ -каротин, філлохінон, аскорбінову кислоту, кальцій, калій, залізо, фосфор. Вітаміни групи В позитивно впливають на ріст тканин організму, зміцнення м'язів, забезпечення якості роботи нервової системи та стабільної мозкової діяльності. Також містить холін, який регулює обмінні процеси та врівноважує вміст шкідливого холестерину в крові. Кмин є відомим антиоксидантом. Відновлює пошкоджені клітинні структури і захищає організм від шкідливого впливу навколишнього середовища.

Розробка овочевих паст функціональної спрямованості є своєчасною та актуальною темою наукових досліджень. Нашою метою є дослідження розробка та демонстрації рецептур. Дослідити технологію виробництва пасти сирної з кмином як функціональним інгредієнтом.

Дослідження було проведено з дотриманням усіх необхідних стандартів, що гарантує достовірність отриманих результатів. Використання стандартних методів, таких як визначення масової частки води, титрованої кислотності та мікробіологічних показників, забезпечує високий рівень надійності висновків. Процедури відбору проводилися згідно з ДСТУ 4834:2007 [1]. Масову частку води визначали згідно з ДСТУ 8552:2015 [2], титрувальну кислотність - ДСТУ 8106:2015 [3] та мікробіологічні дослідження - ДСТУ 7357:2013 [4]. Для дослідження було відібрано чотири різні пасти з різним відсотковим вмістом кмину: контроль - аналог, 1-й - 3%, 2-й - 5% та 3-й - 7%. Дослідження проводили в лабораторії факультету технології молока та м'яса Сумського національного аграрного університету.

Для цього дослідження було обрано спосіб виробництва солодкої сирної пасти з довідника [5]. Розроблена рецептура містила кисломолочний сир, воду, кмин, желатин та кухонну сіль. В якості функціонального рослинного інгредієнта використано кмин. Органолептичні властивості продукту вважаються одним з основних факторів, які беруть до уваги споживачі. Це береться до уваги не тільки споживачем, але й виробником. У дегустаційній оцінці розроблених зразків сім дегустаторів оцінювали сиркову пасту з кмином та солодку сиркову пасту. Оцінки виставляли за 10-бальною шкалою: смак та аромат - 4 бали, консистенція - 3 бали, колір - 1 бал, зовнішній вигляд - 2 бали [6]. Результати дегустаційної оцінки представлені нижче (табл. 1).



Таблиця 1

## Органолептична оцінка досліджуваних зразків

Показник	Зразок			
	Аналог	1	2	3
Запах та смак	2,7±0,54***	3,6±0,28***	3,6±0,28***	3,3±0,26***
Консистенція	2,0±0,01**	2,7±0,06**	2,1±0,24**	2,0±0,22**
Зовнішній вигляд	1,6±0,01**	1,7±0,06**	1,1±0,24*	1,1±0,26*
Колір	1,0±0,01**	0,7±0,05**	0,7±0,24**	0,7±0,29*

Досліджуючи дані органолептичної оцінки, які були подані в таблиці, можна стверджувати, що зразки 1 та 2 отримали загальну оцінку 8,7 та 7,5 балів відповідно. Оцінка аналогів на 0,2 бала вище ніж 3 зразок; кожен з першого та другого зразків на 1,4 та 0,2 бала вище, ніж аналог, відповідно. Смак та аромат першого та другого продукту на 0,9 та 0,3 бала вищі за аналог та третій зразок відповідно. Перший і другий зразки отримали високі бали майже за всіма показниками. Винятки становили лише колір продукту через додавання сухого кмину. Дегустаційна оцінка показала, що додавання 3% кмину дозволяє отримати продукт з найкращими органолептичними властивостями, що є важливим для споживчої привабливості. Продукт отримав високі бали за всіма основними показниками, крім кольору, що було зумовлено специфікою доданого кмину.

Беручи до уваги дані, описані в таблиці, можна зробити висновок, що введення 3%-го кмину в сиркову пасту покращує органолептичні показники продукту та робить його характеристики добрими для споживача. Внесений сухий кмин, як функціональний інгредієнт добре справився зі своєю задачею, вплинувши на смакові якості та консистенцію.

Важливим показником є титрована кислотність та масова частка вологості. Результати фізико-хімічних показників пасти представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

## Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків

Показник	Норма показника	Зразки			
		Аналог	1	2	3
Титрована кислотність, Т	від 150 до 230	182,0±0,94	202,0±0,94	212,0±0,94	222,0±0,94
Масова частка вологи, %	78	77,0±0,25	75,40±1,06	77,0±0,25	77,0±0,25

Як видно з таблиці, титрована кислотність розроблених зразків зростала як зі збільшенням відсотка добавки, так і зі зменшенням відсотка добавки. Значення кислотності титрування зростали паралельно зі збільшенням відсоткового вмісту добавки на 202 до 222 °Т, що на 20,3 °Т та 40 °Т вище

значень аналогів відповідно. Враховуючи результати дослідження можна зробити висновок, що високі значення титрованої кислотності в основному пов'язані з додаванням сушеного кмину. Масові частки вмісту води такі ж, як і в попередньому випадку, збільшилися на 10,8%, 12,3% та 12,4% відповідно. Збільшення цього показника відбулося в основному за рахунок включення желатину. Також це відбулося за рахунок збільшення частки інгредієнта рослинного походження кмину. На основі отриманих результатів та нормативних документів можна сказати, що показники титрованої кислотності та масова часткам вологи знаходиться в межах норм.

Одним із ключових показників якості харчової продукції є мікробіологічна безпека, що безпосередньо впливає на здоров'я споживачів. Ігнорування мікробіологічних стандартів може призвести не тільки до значної шкоди для здоров'я, але й до економічних втрат для виробника. Мікроорганізми, що спричиняють харчові отруєння, часто не впливають на органолептичні властивості продукту, тому необхідно ретельно перевіряти такі продукти. Зразки пасти сиркової зберігалися в закритих контейнерах при температурі  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ , і показники мікробіологічної біомаси протягом 14 днів зберігання не перевищували встановлені нормативами межі, що підтверджує мікробіологічну безпеку продукту. Збереження мікробіологічної безпеки продукту є важливим аспектом, що забезпечує довготривале зберігання та безпечність для споживачів. Дослідження підтвердило, що продукт відповідає всім необхідним стандартам мікробіологічної безпеки.

На основі літературних даних та розрахунків встановлено, що паста сиркова з кмином містить вітаміни: В<sub>3</sub> – від 0,14 до 0,32 г, В<sub>4</sub> – від 0,74 до 1,7 г, Е – від 0,10 до 0,23 г, що відрізняє її від аналогів. Це свідчить про те, що продукт може позитивно впливати на метаболічні процеси в організмі і має антиоксидантні властивості. Паста сиркова з кмином демонструє кращі показники за вмістом вітамінів і функціональних властивостей, ніж аналогічні продукти. Це підвищує її цінність як продукту, що не тільки задовольняє харчові потреби, але й сприяє підтримці здоров'я.

З огляду на сучасні тенденції до використання натуральних інгредієнтів у харчовій промисловості, дослідження з розробки сиркової пасти з кмином є важливим внеском у науково-практичну діяльність у галузі молокопереробної промисловості.

**Висновки.** Дослідження підтвердило, що використання кмину як функціонального інгредієнта у виробництві сиркової пасти сприяє покращенню органолептичних характеристик продукту, зокрема смаку, аромату та консистенції. Введення 3% кмину показало найкращі результати за цими показниками, що робить таку пасту привабливою для споживачів. Фізико-хімічні дослідження показали, що додавання кмину не виходить за межі нормативних показників, а показники мікробіологічної безпеки підтвердили відповідність продукту вимогам. Таким чином, сиркова паста з кмином не лише

безпечна, але й має підвищену харчову цінність завдяки вмісту вітамінів та антиоксидантів, що позитивно впливають на здоров'я споживачів.

### Список використаної літератури

1. ДСТУ 4834:2007. Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2008. 14 с.
2. ДСТУ 8552:2015. Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с.
3. ДСТУ 8106:2015. Продукти молочні. Методи визначення кислотності. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.
4. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 38 с.
5. Скляр В.М., Гнатюк Т.О. Технологія молочних продуктів: навчальний посібник. Київ: НУХТ, 2014. 480 с.
6. ДСТУ 4503:2005. Вироби сиркові. Загальні технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2006. 14 с.

**Вікторія СОРОКА<sup>36</sup>**

магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва  
переробки та робототехніки у тваринництві,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна.

### РОСЛИННА СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТІВ

***Анотація.** Йогурт займає значну частину на ринку молочних продуктів і готується шляхом молочнокислого бродіння молока. Відомо, що йогурт має високу поживну цінність і містить білки, жир і необхідні мінерали. Основною метою придбання молочного продукту є збереження здоров'я, а основними вимогами до якісного молочного продукту – функціональні властивості, стійкість до зберігання та низька калорійність. Споживання кисломолочних продуктів, особливо йогуртів, є дуже популярним не лише в Україні, а й в усьому світі. Тому збагачення складу даної категорії продукції є досить актуальним.*

***Ключові слова:** йогурт, властивості, рослинна сировина, фісташкове борошно.*

---

<sup>36</sup>Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

**Annotation.** *Yogurt occupies a significant share of the dairy market and is prepared by lactic acid fermentation of milk. It is known that yogurt has a high nutritional value and contains proteins, fat and essential minerals. The main purpose of purchasing a dairy product is to maintain health, and the main requirements for a quality dairy product are functional properties, shelf life and low calorie content. Consumption of fermented milk products, especially yogurts, is very popular not only in Ukraine, but throughout the world. Therefore, enrichment of the composition of this category of products is quite relevant.*

**Key words:** *Key words: yogurt, properties, plant materials, pistachio flour.*

**Вступ.** Внесення рослинної сировини в йогурт дозволить не лише розширити асортимент, а й застосовувати даний продукт у різних харчових раціонах, у тому числі для профілактики певних видів захворювань, покращення роботи шлунково-кишкового тракту, фізіологічних процесів в організмі людини та запобігання передчасному старінню організму.

В останні десятиліття споживачі все більше і більше усвідомлюють, які харчові компоненти додано у виробництві харчової продукції. Тому і почали робити свій якісний харчовий вибір, віддаючи перевагу здоровій їжі.

Зараз ми живемо в епоху, коли більшість людей переконалися, що деякі продукти сприяють здоров'ю, а інші спричиняють розвиток хвороби та в кінцевому рахунку призводять до смерті. Зокрема, висококалорійні продукти сприймаються як нездорові, тоді як низькокалорійні навпаки вважаються здоровими.

**Виклад основного матеріалу.** Наукове обґрунтування та розроблення конкурентоспроможної технології продукції складного сировинного складу є актуальним завданням, розв'язання якого дозволить розширити асортимент комбінованих харчових продуктів із підвищеною харчовою і біологічною цінністю та одержати продукцію із заданими функціональними властивостями. З цієї причини попит на рослинну сировину постійно зростає. Загалом, враховуючи деякі застереження, рослинна їжа має ряд позитивних впливів на організм людини. Збагачення харчових продуктів є найважливішою стратегією, яка використовується в різних виробництвах. Ця практика має довгу історію використання в промислово розвинутих країнах для успішного контролю дефіциту вітамінів А і D, кількох вітамінів групи В (тіаміну, рибофлавіну та ніацину), йоду та заліза. З початку 1940-х років збагачення зернових продуктів тіаміном, рибофлавіном і ніацином стало звичайною практикою.

Останнім часом використання харчових волокон та інгредієнтів або побічних продуктів, багатих клітковиною [2], як суміш соєвих білків, вівсяних висівків і горохового або нутового борошна, а також борошно з бобів фаба були досліджені для покращення споживчих властивостей хліба. Ці бобові багаті на лізин і мають дефіцит сірковмісних амінокислот, тоді як білки зернових мають дефіцит лізину, але мають достатній рівень сірчаних амінокислот.

Значний внесок у вирішення фундаментальних питань створення харчових продуктів складного сировинного складу як засобу профілактики та ліквідації дефіциту мікронутрієнтів надали дослідження таких вітчизняних та зарубіжних учених.

Незважаючи на значну кількість наукових пошуків щодо використання фісташок у рецептурах харчової продукції, застосування цієї альтернативної сировини у вигляді борошна в технологічному процесі виробництва йогуртів вивчено дуже мало і потребує подальших наукових досліджень.

Фісташкове борошно отримують шляхом подрібнення ядрів горіхів. Дане борошно використовують в якості аглютенної сировини для борошняних кондитерських виробів в якості альтернативної сировини стандартному пшеничному борошну [1].

Фісташкове борошно має високий вміст білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В та харчових волокон, що чудово підходить для зниження рівня холестерину в крові людини [2]. Для порівняльної характеристики використали пшеничне борошно.

Фісташкове борошно містить у своєму складі у декілька разів більшу кількість таких макроелементів, як залізо, кальцій, фосфор, натрій.

Крім того, майже у два рази більшу кількість білків, ніж у пшеничному борошні вищого сорту. Унікальним фісташкове борошно робить у 20 разів більший вміст ПНЖК та у 50 разів менший вміст крохмалю, що відкриває широкі можливості використання такого борошна у профілактичному та лікувальному харчуванні.

Оскільки вміст білків у досліджуваному фісташковому борошні у 2 рази більший ніж у пшеничному, то є доцільним дослідження амінокислотного складу та скору в даній сировині. незамінних амінокислот. Амінокислотний скор основних семи незамінних амінокислот фісташкового борошна перевищує скор незамінних амінокислот пшеничного борошна в середньому у 1,5-2 рази, що свідчить про підвищену біологічну цінність білка саме фісташкового борошна. У той же час, кількість заміних амінокислот у фісташковому борошні порівняно з пшеничним менша. Технологічно ці показники можливо вирівняти додаванням у рецептури йогуртових десертів іншої додаткової сировини [3].

Враховуючи амінокислотний склад фісташкового борошна, взаємозаміна ним пшеничного борошна є науково обґрунтованою та доцільною.

**Висновки.** На підставі проведених аналітичних досліджень встановлено, що фісташкове борошно має високий вміст важливих макро- і мікроелементів, білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В та харчових волокон, що дає підстави додавати його у рецептури йогуртових десертів з метою зниження холестерину в крові людей при хворобах серцево-судинної системи, зокрема, гіпертонії.

Таким чином, є підстави включати йогуртові десерти з використанням фісташкового борошна до групи харчових продуктів з функціональними властивостями.

### **Список використаної літератури**

1. Земліна Ю.В. Технологія борошняних страв на основі нетрадиційної сировини. *Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського* : наук. журнал. Серія «Технічні науки». 2019. Том 30 (69). № 4. С. 77–82.
2. Ковтун К.С., Арпуль О.В., Протченко А.С. Використання тапіоки у десертних кремах. *Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві*: Харків, 2014. С. 35–36.
3. Йогуртовий десерт – 3 неймовірних та незвичайних рецепти. *Молочний альянс*: [URL:https://milkalliance.com.ua/blog/ua/stattya/yohurtovyi](https://milkalliance.com.ua/blog/ua/stattya/yohurtovyi)