

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК  
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ  
ПРАЦЬ**

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

№3  
(11)

2023

Вінницький національний аграрний університет

**Збірник**  
**студентських наукових праць**  
**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**  
**№ 3(11), 2023**

м. Вінниця 2023

**Збірник студентських наукових праць  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ  
№ 3(11), 2023**

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, доцент **Дідур І.М.;**

доктор сільськогосподарських наук, професор **Чудак Р.А.**

кандидат технічних наук, доцент **Яропуд В.М.;**

**Члени редакційної колегії:**

кандидат технічних наук, доцент **Солоня О.В.;**

кандидат технічних наук, ст. викладач **Холодюк О.В.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Шпаковська Г.І.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, **Матусяк М.В.;**

доктор сільськогосподарських наук, доцент **Ткачук О.П.;**

кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач **Рудська Н.О.;**

кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач **Забарна Т.А.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Новгородська Н.В.;**

студент інженерно-технологічного факультету **Хрищенюк В.В.;**

студент факультету агрономії та лісівництва **Квасневський О.А.;**

студентка факультету технології виробництва і переробки продукції  
тваринництва та ветеринарії **Гриневиц М.О.**

Адреса редакції: **21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3, тел. 0432-46-01-05**

Сайт журналу: <https://vsau.org/studentamm/zhurnal-studentskix-naukovix-pracz>

©Вінницький національний аграрний університет, 2023

**Collection of student research papers**  
**AGRICULTURAL SCIENCES**  
**№ 3(11), 2023**

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, Associate Professor **Didur I.;**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor **Chudak R.;**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Yaropud V.;**

**Members of the Editorial Board:**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Solona O.;**

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer **Kholodiuk O.;**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Shpakovska H.;**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Matusiak M.;**

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor **Tkachuk O.;**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer **Rudska N.;**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer **Zabarna T.;**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Novhorodska N.;**

student of the Faculty of Engineering and Technology **Khryshcheniuk V.;**

student of the Faculty of Agronomy and Forestry **Kvasnevsky O.;**

student of the Faculty of Technology of Production and Processing of Livestock and  
Veterinary Products **Hrynevych M.**

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, 2023

**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 , 201 Агроніомія, 202 Захист і карантин рослин, 203 Садівництво та виноградарство, 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 205 Лісове господарства, 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 № 5 від 24 жовтня 2023 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 24 жовтня 2023 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. Друк. арк. 39,3. 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 № 5 dated October 24, 2023.

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 24, 2023

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 39,3. 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

### **НАПРЯМ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ**

<b>Іван ГУК.</b> ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	15
<b>Володимир БІЛОУС.</b> ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТА СПОСОБИ БОРОТЬБИ З ЯБЛУНЕВОЮ ПОПЕЛИЦЕЮ ( <i>APHIS ROMI DEG.</i> )	19
<b>Дмитро БЛАХ.</b> СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ БАВОВНИКУ В УКРАЇНІ	23
<b>Тетяна КОРНІЙЧУК.</b> ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ	26
<b>Анастасія ВЕРЕМЧУК.</b> МІКРОБНИЙ ЦЕНОЗ ЧОРНОЗЕМІВ	29
<b>Роман ГНОТ.</b> ЖУК – КУЗЬКА АБО ХЛІБНИЙ ЖУК ( <i>ANISOPHIA AUSTRIACA HRDST.</i> ) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК ЗЕРНОВИХ	34
<b>Максим ГОЙ.</b> ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР	39
<b>Яна ГОНЧАРУК.</b> ФОРМУВАННЯ ТА ОБРІЗУВАННЯ ВІСЕПОДІБНОЇ КРОНИ ТА КРОНИ «БІ-БАУМ»	44
<b>Андрій ГРИГОРУК.</b> КУКУРУДЗЯНА ЛИСТЯНА СОВКА ( <i>SPODOPTERA FRUGIPERDA SMIT.</i> )	49
<b>Тетяна ДЕШЕВА.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПІСЛЯСХОДОВИХ ГЕРБИЦИДІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО	53
<b>Дмитро ДОВГАНЬ.</b> ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З БОРЩІВНИКОМ СОСНОВСЬКОГО	57
<b>Інна ЗАЯЦЬ.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ТОПІНАМБУРА ( <i>HELIANTHUS TUBEROSUS</i> ), ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В СУСПІЛЬСТВІ	61
<b>Артур ІВАНЦОВ.</b> ЗНАЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	66
<b>Sergey KARNAUKHOV.</b> STRIP-TILL TILLAGE SYSTEM. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES	69
<b>Денис КІРСУН.</b> AGRICULTURAL STRUCTURE OF UKRAINE IN 2023	74
<b>Ігор КОВАЛЬ.</b> ЗАХИСТ КУКУРУДЗИ	79
<b>Ангеліна КОЗАК.</b> КОЛОРАДСЬКИЙ ЖУК ( <i>LEPTINOTARSA DESEMLINEATA SAY.</i> ), – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК КАРТОПЛІ	83
<b>Світлана КОРЧИНСЬКА.</b> ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНИХ СИСТЕМ У СОЇ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ ЗА УМОВ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	88
<b>Валентин КОСТУР.</b> УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО	93

<b>Олександр КОТРУЦА.</b> ВПЛИВ УДОБРЕННЯ ТА ТРИВАЛІСТЬ ФАЗ РОСТУ І РОЗВИТКУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ	97
<b>Валентина КРИЖАНІВСЬКА.</b> РОЛЬ ГЕНЕТИЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ У ПІДВИЩЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЗАХИСТІ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ	101
<b>Vladyslav KUCHER.</b> CROP PROTECTION METHODS THAT BOOST FARMING PRODUCTIVITY	104
<b>Тетяна ЛАХТІОНОВА.</b> ШКІДНИКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	107
<b>Olexandr LIRA.</b> NO-TILL TILLAGE SYSTEM: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES	112
<b>Оксана МЕЛЬНИК.</b> АНАЛІЗ УРАЖЕННЯ ЗБУДНИКОМ БОРОШНИСТОЇ РОСИ <i>Blumeria graminis (Erysiphe graminis)</i> РІЗНИХ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН	116
<b>Богдан ПАНЬКОВЕЦЬКИЙ.</b> ВИРОЩУВАННЯ СОЇ, ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ПЕРЕРОБКИ В УКРАЇНІ	121
<b>Микола РОЗГОН.</b> ВСЕ ЩО ПОТРІБНО ЗНАТИ ПРО ТЕХНОЛОГІЮ ВИРОЩУВАННЯ КІНОА	128
<b>Анастасія СВИСТУН.</b> БІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗБУДНИКА ХВОРОБ КАРТОПЛІ ( <i>ALTERNARIA SOLANI</i> ) ТА ЗАХОДИ ЩОДО ОБМЕЖЕННЯ ЙОГО ПОШИРЕННЯ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	132
<b>Ярослав СОВІНСЬКИЙ.</b> МЕТОДИ ЗАХИСТУ ТА БОРОТЬБА З ХВОРОБАМИ РОСЛИН	137
<b>Катерина БАЛАКІР.</b> СПОСОБИ РОЗМНОЖЕННЯ ВИНОГРАДУ	141
<b>Адріана КАЛІНУШКА.</b> ІНТЕГРОВАНА ПІДТРИМУВАЛЬНА СИСТЕМА, ЗНИЖЕННЯ ВНЕСЕННЯ ГЕРБИЦИДІВ	147
<b>Вадим МАНІЛКО.</b> МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБРІВ	155
<b>Володимир ТРАЧУК.</b> ЗАСВОЄННЯ КУЛЬТУРНИМИ РОСЛИНАМИ КАЛЬЦІЮ, ВПЛИВ НА ЇХ РІСТ І РОЗВИТОК	160
 <b>НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА</b>	
<b>Максим ЩЕКАЛЬОВ.</b> ЕКОЛОГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ У ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ	169
<b>Igor ВАКА.</b> CLIMATE AND VEGETATION AS A FACTOR SOIL FORMATION	175
<b>Максим БІЛОСТЕГНЮК.</b> ЦИКЛ КРЕБСА	179
<b>Ганна БОНДУРІВСЬКА.</b> ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	186
<b>Олександр МАЛЯРЕНКО.</b> ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ УКРАЇНИ	190
<b>Олег МАРУХНО.</b> ОЦІНКА РЕПРОДУКТИВНИХ ФУНКЦІЙ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО ТА СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА КЛОНОВИХ ПЛАНТАЦІЯХ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ	196



<b>Олександр МИКИЧУР.</b> ЕКОЛОГІЧНІ ВЗАЄМОВІДНОСИНИ МІЖ КОМАХАМИ ТА РОСЛИНАМИ ТАЇХ ВПЛИВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЕКОСИСТЕМ	206
<b>Катерина МОРОЗ.</b> ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА ГРУНТІВ КАЛІНІВЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	211
<b>Оплаканський МАКСИМ.</b> ВІЙНА ЗНИЩУЄ ГРУНТИ УКРАЇНИ	216
<b>Євген ПАЛАМАРЧУК.</b> ВПЛИВ ВИДОБУВНИХ ПРОЦЕСІВ ГРАНІТНИХ КАР'ЄРІВ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІННИЦЬКОГО РАЙОНУ	222
<b>Христина ПЕТЛІНСЬКА.</b> ВПЛИВ ІНВАЗИВНИХ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВИХ ВИДІВ НА ІСНУВАННЯ АБОРИГЕННОЇ ДЕНДРОФЛОРИ ВІННИЧЧИНИ	228
<b>Богдан ПОБЕРЕЖНИЙ.</b> МОЖЛИВІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ СТАВУ ТАШЛИК В МЕЖАХ СЕЛА ВЕРБКА	232
<b>Дмитро ПОСТУПАЛЬСЬКИЙ.</b> ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	235
<b>Світлана РОМАНЕНКО.</b> ФІТОЦЕНОЗИ: ВИЗНАЧЕННЯ, СТРУКТУРА ТА РОЛЬ У ЕКОСИСТЕМАХ	240
<b>Дарія РЯБЧИНСЬКА.</b> ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ САБАРІВСЬКОЇ ГЕС У КОНТЕКСТІ ДЕФЦИТУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ	245
<b>Олександр САНДУЛЯК.</b> ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ НА ВІННИЧЧИНИ	249
<b>Владислав СИНИЦЯ.</b> ТРАНСПІРАЦІЯ, ЯК ВАЖЛИВИЙ ПРОЦЕС В РОСЛИННОМУ ОРГАНІЗМІ	253
<b>Oleksandra SKOMAROVSKA.</b> INFLUENCE OF AQUATIC FACTORS ON THE SPREAD OF LIVING ORGANISMS	258
<b>Надія СМАЛЬ.</b> ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДИНИ ROSACEAE	261
<b>Софія СУШКО.</b> ЗЕЛЕНИЙ ВОДЕНЬ ДЛЯ УКРАЇНИ. ВОДНЕВІ ДВИГУНИ	267
<b>Ангеліна ТВЕРДОХЛІБ.</b> ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ <i>ASTER</i>	274
<b>Деніс ТЕЛЖИНСЬКИЙ.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ХМІЛЬНИЦЬКОГО РАЙОНУ	278
<b>Інна ТИНЬКО.</b> НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ БІОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ	282
<b>Ярослав ЦАРЮК.</b> ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН ДЛЯ БІОРЕМЕДІАЦІЇ	286
<b>Надія ЧОРНА.</b> ІСТОРІЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ ЛАНДШАФТНИЙ ДИЗАЙН В УКРАЇНІ	292
<b>Вадим ШАФОРОСТ.</b> ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПОПУЛЯЦІЮ ШКІДЛИВИХ КОМАХ	299
<b>Володимир ІЩУК.</b> ЕКОЛОГО-ЕСТЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ СУСПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБАМИ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.	304

### **НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ**

<b>Марина ШИНКАРУК.</b> АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОДУКТІВ.	309
<b>Володимир НОВИЙ.</b> КОДУВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ АВТОМОБІЛІВ.	317
<b>Олександр КОЖУШКО.</b> ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.	324
<b>Іван НАГОРНЯК.</b> НЕОБХІДНІСТЬ ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ З УРАХУВАННЯМ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ.	331
<b>Максим СТУДНИЦЬКИЙ.</b> МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТЕХНІЧНОЇ КОНОПЛИ ЗА КОРДОНОМ.	338
<b>Віталій КОЛІСНИК.</b> АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБЛЕННЯ СУХОГО МОЛОКА.	342
<b>Сергій ЧЕПЛЬ.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВИНИ.	351
<b>Євгеній ГУЦАЛ.</b> ОЦІНКА ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ У ПТАХІВНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ.	356
<b>Павло НАВАЖАНЮК.</b> ЗНАЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ВИСІВУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР.	361
<b>Юрія МУРАВСЬКОГО.</b> АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ У СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ.	365
<b>Дарина ПАВЛЮК.</b> НАУКОВЦІ ЯКІ ЗМІНИЛИ ЖИТТЯ ЛЮДСТВА: ВИНИКНЕННЯ НАЙВІДОМШИХ АВТОМОБІЛІВ В СВІТІ.	371
<b>Ілля БЕРЕЗОВСЬКИЙ.</b> АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ ПАЛИВА ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАДІЙНІСТЬ ДВИГУНІВ	379
<b>Андрій ПЛАТОНОВ.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОГО ОРГАНУ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОЇ ОБРОБКИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР.	385
<b>Артем ПОРТЕЙ.</b> АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ СОРТУВАННЯ КАРТОПЛІ.	391
<b>Denys VOLINSKIY.</b> OPTIMIZATION OF SELECTION OF THE MACHINERY PARK IN SUSTAINABLE AGRICULTURE.	396
<b>Владислав ХРИЩЕНЮК.</b> УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ ТА В УКРАЇНІ.	404
<b>Владислав ДЖУМАРА.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РУХУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.	412
<b>Андрій ЗЕЛІНСЬКИЙ.</b> ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ	

УСТАНОВОК НА ТВЕРДОМУ НАПОВНЮВАЧІ ДЛЯ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕНЬ.	419
<b>Володимир ЛЕЩУК.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ.	425
<b>Нікіта ХИТРУК., Денис ГАЙДАРЛИ.</b> АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СЕПАРАТОРІВ НА ОСНОВІ ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ	431
<b><i>НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.</i></b>	
<b>В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ.</b> ТЕПЛОВІ ОБМЕЖЕННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН.	440
<b>Вадим ГАНЖА.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ БЛОЧНО-ПОРЦІЙНОГО ВИВАНТАЖЕННЯ СТЕБЛОВОГО КОРМУ РІЗАКОМ ДЛЯ СИЛОСУ.	447
<b>Владислава НАГОРЯНСЬКА.</b> ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ПОРОШКІВ.	452
<b>Владислав ЮЗЬКО.</b> ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЛЕЗА НОЖІВ ПІД ЧАС ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ.	458
<b>Владислав КАВУНОВ.</b> МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРНЕПЛОДІВ.	466
<b>Ігор ЗАЄЦЬ.</b> ВІБРОТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАС.	471
<b>Андрій КУЗЬМИЧ.</b> СПОСОБИ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА І ОСНОВНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ.	477
<b>Максим БРАСЛАВСЬКИЙ.</b> АНАЛІЗ СПОСОБІВ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ УШКОДЖЕНЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ І РОЗВАНТАЖЕННІ.	482
<b>Максим БУЗДИГАН.</b> РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ МОТОРНОГО МАСЛА.	487
<b>Денис ЮРЧЕНКО.</b> ВИКОРИСТАННЯ GPS ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У СПОЛУЧЕНИХ ШТАТАХ АМЕРИКИ.	494
<b>Владислав ДЕРУНЕЦЬ.</b> РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОГО ДОМКРАТУ.	500
<b>Олександр ГРИНЬ.</b> АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК СТИСНЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ.	508
<b>Дмитро БРОВЧЕНКО.</b> АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ІЗ ШПОНКОЮ У ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.	513
<b>Дмитро ЧЕРВІНСЬКИЙ.</b> ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИБИРАННЯ СОЛОМ'ЯНОЇ МАСИ З ПОЛЯ.	519
<b>Вадим ХОМЕНКО.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАКТОРНОГО ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ.	525

<b>Роман МАНДИБУРА.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.	530
<b>Олексій ЖУПАНОВ.</b> КАВІТАЦІЙНА ОБРОБКА РІДИН ТА ЕМУЛЬСІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.	534
<b>Андрій СИРОЇД.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЇХ РІЗНОВИДИ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ.	540
<b>Ілля ТВЕРДОХЛІБ.</b> ВІДЦЕНТРОВИЙ ПОДРІБНЮВАЧ З ПОТОКОВИМ РОЗДІЛЕННЯМ ПРОДУКТУ.	545
<b>Юлія ЗЕЛІНСЬКА.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ РУХУ ФРЕЗЕРНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ПРИ РОЗПУШУВАННІ ПРИСТОВБУРНИХ СМУГ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ.	549
<b>Вадим ДЕМА.</b> ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТУ В ПРОЦЕСІ МЕТАНОВОГО ЗБРОДЖУВАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ВІДХОДІВ	556
<b>Тарас ХМЕЛЮК.</b> ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВИДУ СИРОВИНИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО	560
<b>Олександр ЖОМІР.</b> АНАЛІЗ ДРОБОСТРУМИННОГО ЗМІЦНЕННЯ	566

#### ***НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА***

<b>В. ЗАГИКА.</b> ВИКОРИСТАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН У ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ	573
<b>Л. АНДРУЩУК.</b> ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКТІВ ЗАБОЮ КРОЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВОДРОЗЧИННОЇ ФОРМИ ВІТАМІНУ Е	579
<b>К. БАБАНОВА.</b> ВПЛИВ ГЕНЕТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ	583
<b>О. БУДЄЄВ.</b> РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНИХ ЩІЛЬНОСТЕЙ ПОСАДКИ РИБ ЗА ВИРОЩУВАННЯ У ПОЛІКУЛЬТУРІ	589
<b>Б. ГОНЧАРУК.</b> РІСТ ТА РОЗВИТОК ГОЛШТИНІЗОВАНИХ ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ	593
<b>Д. ДРОБОТ.</b> ЕПІЗООТИЧНА СИТУАЦІЯ ЩОДО ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТВАРИН В УКРАЇНІ	597
<b>В. ЗАВАЛА.</b> ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЩУКИ	603
<b>Ю. ЗАДОРЖНЮК.</b> СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ В ПАТОЛОГІЧНІЙ АНАТОМІЇ ТВАРИН	609
<b>А. ІЖАК.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЇ ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РАВЛИКІВ HELIX ASPERSA MAXIMA	616
<b>І. КАЧАНОВ.</b> ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИКІВ У ГОДІВЛІ ПТИЦІ	622
<b>І. СПЛОДИТЕЛЬ.</b> ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК І ПРОБІОТИКА У ГОДІВЛІ ПТИЦІ	625
<b>Б. ШЕЛЕСТ.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ХЕЛАТНИХ СПОЛУК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У СВИНАРСТВІ	629

<b>НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ</b>	
<b>В. БАБІЙ. ВИКОРИСТАННЯ БУРЯКА СТОЛОВОГО В ЕТНІЧНИХ КУХНЯХ КРАЇН ЄВРОПИ</b>	633
<b>Н. НІКІТЮК. КИСЛОМОЛОЧНИЙ НАПІЙ «НАРІНЕ»</b>	637
<b>Д. БОНДАР. ОЦІНКА ЯКОСТІ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ</b>	640
<b>В. КРАВЕЦЬКИЙ. СПОЖИВЧІ ПЕРЕВАГИ ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ</b>	642
<b>М. ГРИНЕВИЧ, С. РЕЗНІК. ЇСТІВНІ ПАКУВАЛЬНІ ПЛІВКИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІСАХАРИДІВ</b>	644
<b>Д. ДАЩЕНКО. МІКРОБІОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МАСЛА</b>	649
<b>О. НОВГОРОДСЬКИЙ. БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ВАРЕНИХ ДИТЯЧИХ КОВБАС</b>	653
<b>А. ТКАЧУК. ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ДОБАВОК У ВИРОБНИЦТВІ КОМБІНОВАНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ</b>	656
<b>О. ВОЛОЩУК. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕЧИВА ЗІ ШРОТОМ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР</b>	661
<b>О. ПРОЦЮК. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У ХЛІБОПЕКАРНІЙ ГАЛУЗІ</b>	666
<b>І. ФАБІАНСЬКИЙ. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДЕСЕРТУ НА ОСНОВІ СИРОВАТКИ З НАПОВНЮВАЧАМИ</b>	670

НАПРЯМ

1

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ



Іван ГУК<sup>1</sup>,  
магістр 13-А групи,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

***Анотація.** Соняшник це одна із основних олійних культур України. Підвищення ефективності вирощування соняшнику розглядається перш за все за рахунок використання енергоощадної та високопродуктивної системи основного обробітку ґрунту. Актуальність системи основного обробітку ґрунту особливо зростає в умовах глобального потепління та дефіциту вологи.*

*У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу систем основного обробітку ґрунту (полицевого, чизельного та поверхневого) із різною глибиною на особливості ростових процесів гібридів соняшнику та рівень продуктивності і якості насіння, а також приведена економічна оцінка вирощування соняшнику.*

***Annotation.** Sunflower is one of the main oil crops of Ukraine. Increasing the efficiency of sunflower cultivation is considered primarily due to the use of an energy-saving and highly productive system of the main tillage. The relevance of the main tillage system is especially increasing in conditions of global warming and moisture deficit.*

*The article presents the results of studies on the influence of the main tillage systems (shelf, chisel and surface) with different depths on the peculiarities of the growth processes of sunflower hybrids and the level of productivity and seed quality, as well as the economic evaluation of sunflower cultivation.*

***Вступ.** Серед олійних культур соняшник в Україні займає лідируюче місце і в 2022 році площі його посіву становили 4,85 млн га, а урожайність 2,17 т/га. Олійність соняшнику у сортів досягає 50-55%, а у гібридів 55-60%. Олія*

<sup>1</sup>Науковий керівник: д. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Паламарчук В.Д.

соняшнику дуже цінна та має різнобічне використання для отримання хлібних і кондитерських виробів, консервів, маргарину, широко використовується в миловарній, лакофарбовій та інших галузях господарства, є сировиною для виробництва біодизелю [1].

Однією із основних причин не високої продуктивності соняшнику є недотримання зональних технологій вирощування в умовах глобальних змін клімату [2, 3]. Крім того із абіотичних факторів, які стримують поширення соняшнику в різних ґрунтово-кліматичних зонах є дефіцит вологи. Оптимізувати рівень вологи у ґрунті дає можливість правильно вибрана система основного обробітку ґрунту. Також варто відмітити, що на проведення основного обробітку ґрунту припадає біля 70 % усіх затрат на вирощування.

Строки проведення основного обробітку ґрунту багато в чому залежать від попередника [4]. Встановлений суттєвий комплексний вплив попередників та системи основного обробітку ґрунту на олійність насіння соняшнику.

Багато науковців вказує на те що основний обробіток ґрунту під соняшник у сівознах має поєднувати чергування різних його видів полицевого і безполицевого способів, мілкого, глибокого й поверхневого обробітку [8]. Багато товаровиробників хаотично використовують різні способи і системи обробітку ґрунту відповідно до фінансових можливостей, але не враховують при цьому біологічні вимоги культури.

Наявні переваги або недоліки однієї або іншої системи обробітку ґрунту істотно залежать від кліматичних умов, дефіциту азоту та культивованого гібриду соняшнику [4]. Сьогодні в науковій сфері не існує єдиного підходу щодо способів і глибини основного обробітку ґрунту та їх впливу на водний і поживний режими, агрофізичні властивості ґрунтів [5].

У технологіях вирощування соняшнику основними завданнями обробітку ґрунту є максимальне обмеження забур'яненості, накопичення продуктивної вологи у кореневмісному шарі ґрунту, оптимізація системи живлення рослин, активізація біологічних процесів у ґрунті, формування сприятливої структури орного горизонту, попередження ґрунтової ерозії [5-7].

Вибір системи основного обробітку ґрунту це дуже важливе питання, оскільки у рекомендаціях присутні переваги традиційного обробітку ґрунту, поряд наведені можливості застосування нульового, смугового, вертикального та мінімального обробітку ґрунту в технологіях вирощування соняшнику [1, 2]. Варто відзначити, що вирощування соняшнику на полях із важким механічним складом ґрунту, де крім того, проводився весняний мілкий обробіток ґрунту зростає собівартість отриманої продукції, оскільки знижується продуктивність самого посіву, хоча матеріально-технічні ресурси господарства на вирощування зменшуються [8].

Найбільш оптимальною системою обробітку ґрунту є така, що проводиться в осінній період із максимальною кількістю технологічних операцій, а навесні передбачає лише мінімальну кількість проходів ґрунтообробної техніки [7].

**Виклад основного матеріалу.** Формування урожайності соняшнику залежить від сприятливих погодно-кліматичних умов, якості насіннєвого матеріалу та технології вирощування в основі обробітку ґрунту.

Результатами проведених польових досліджень встановлено, що виконання системи мінімального обробітку ґрунту викликає зміну урожайності насіння усіх гібридів соняшнику (табл. 1). Різниця в продуктивності гібридів соняшнику на варіантах досліду із різною системою основного обробітку ґрунту становить 0,22-0,76 т/га. При цьому найкращі показники продуктивності усіх досліджуваних гібридів отримано саме при застосуванні полицевої оранки глибиною 22-25 см.

Тобто, зменшення глибини основного обробітку ґрунту в технологіях вирощування гібридів соняшнику викликає зниження урожайності насіння в порівнянні із відвальною оранкою глибиною 22-25 см. Через це на протязі 2021-2022 рр. на сірих лісових ґрунтах господарства ТОВ «Органік-Д» найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин соняшнику закладалися за умов проведення відвальної оранки глибиною 22-25 см.

**Таблиця 1**

**Урожайність гібридів соняшнику залежно від системи основного обробітку ґрунту (середнє за 2021-2022 рік), т/га**

Гібрид (А)	Основний обробіток ґрунту (В)	Урожайність, т/га
ЕС Белла	Відвальна оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 22-25 см (контроль)	2,65
	Чизелювання на глибину 14-16 см	2,40
	Дисковий обробіток глибиною 10-12 см.	2,37
П64ЛЕ25	Відвальна оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 22-25 см (контроль)	3,25
	Чизелювання на глибину 14-16 см	2,69
	Дисковий обробіток глибиною 10-12 см.	2,51
НК Неома	Відвальна оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 22-25 см (контроль)	3,67
	Чизелювання на глибину 14-16 см	3,46
	Дисковий обробіток глибиною 10-12 см.	3,39
НІР <sub>05</sub> , т/га	фактор А – 0,18 т/га; фактор В – 0,21 т/га; взаємодія факторів – 0,35 т/га	

Для соняшнику крім урожайності важливе значення має олійність. Вміст олії у насінні досліджуваних гібридів соняшнику визначали у науково-дослідній лабораторії Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України (м. Вінниця) (табл. 2).

Із даних таблиці 2 видно, що олійність насіння соняшнику в наших дослідженнях, залежала від системи основного обробітку ґрунту. Застосування в системі основного обробітку ґрунту відвальної оранки сприяло підвищенню вмісту олії в досліджуваних гібридів соняшнику, в порівнянні із застосуванням чизельного та дискового обробітком ґрунту. Що можна пояснити поліпшенням інтенсивності ростових процесів за рахунок оптимізації кількості вологи в ґрунті, покращеного аерації ґрунту та зниження забур'яненості за проведення полицевої оранки в порівнянні із системами мінімального та поверхневого обробітку ґрунту.



Вміст олії в насінні гібридів соняшнику за проведення відвальної оранки плугом ПЛН-3-35 глибиною 22-25 см (контроль) був найвищим і складав – ЕС Белла – 47,0 %, П64ЛЕ25 – 47,8 % та НК Неома – 48,0 %, тоді як за проведення чизелювання глибиною 14-16 см вміст олії становив – 46,5 %, 46,8 та 47,1 %, а застосування дискового обробітку глибиною 10-12 см показало найнижчий вміст олії – 45,3 %, 46,1 та 46,9 %, відповідно.

**Таблиця 2**

**Олійність насіння соняшнику залежно від системи основного обробітку ґрунту, %  
(середнє за 2021-2022 рр.)**

Гібрид	Основний обробіток ґрунту	Вміст олії у насінні
ЕС Белла	Відвальна оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 22-25 см (контроль)	47,0
	Чизелювання на глибину 14-16 см	46,5
	Дисковий обробіток глибиною 10-12 см.	45,3
П64ЛЕ25	Відвальна оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 22-25 см (контроль)	47,8
	Чизелювання на глибину 14-16 см	46,8
	Дисковий обробіток глибиною 10-12 см.	46,1
НК Неома	Відвальна оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 22-25 см (контроль)	48,0
	Чизелювання на глибину 14-16 см	47,1
	Дисковий обробіток глибиною 10-12 см.	46,9

**Висновки.** Система основного обробітку ґрунту суттєво впливала на значення урожайності гібридів соняшнику різних груп стиглості. Різниця в продуктивності посіви соняшнику за використання різних систем основного обробітку ґрунту становить 0,22-0,76 т/га.

Результатами проведених досліджень встановлено, що вміст олії за проведення відвальної оранки глибиною 22-25 см був найвищим і складав ЕС Белла – 47,0 %, П64ЛЕ25 – 47,8 % та НК Неома – 48,0 %, в той час як проведення чизелювання ґрунту глибиною 14-16 см забезпечило вміст олії гібридів соняшнику на рівні – 46,5 %, 46,8 та 47,1 %, а використання поверхневого обробітку глибиною 10-12 см дало найменший вміст олії у насінні досліджуваних гібридів соняшнику – 45,3 %, 46,1 та 46,9 %, відповідно.

### Список використаних джерел

1. Поліщук І.С., Поліщук М.І. Ефективність застосування препарату Ростмомент на посівах соняшнику в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 3(18). С. 17-28.
2. Вожегова Р.А., Малярчук В.М. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшнику за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць*. 2012. Вип. 58. С. 40-41.
3. Циганський В.І. Оптимізація системи удобрення соняшнику на основі використання сучасних мікробіологічних добрив. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 4(19). С. 65-75.

4. Орлов О. Топ чинників, які лімітують врожайність соняшнику. *Агроном*. 2020. №2(68). С. 112-116.

5. Писаренко П.В., Малярчук А.С., Мишукова Л.С., Малярчук В.М. Продуктивність соняшнику за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту в сівоzmінах на зрошенні. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць*. 2020. Вип. 74. С. 143-148.

6. Малярчук В., Сидоренко В. Врожайність гібридів соняшника за різного основного обробітку ґрунту в умовах Південного Степу України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2018. Вип. 23(37). С. 193-200.

7. Черкес В. Обробіток ґрунту під соняшник. *Агрономія сьогодні*. 2020. №1. С. 29-31.

8. Кохан А. В. Ефективність різних способів обробітку ґрунту. *Новітні агротехнології*. 2016. № 1. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/118261>. Дата звернення: 28.04.2023 р.

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

## **ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ТА СПОСОБИ БОРОТЬБИ З ЯБЛУНЕВОЮ ПОПЕЛИЦЕЮ (*APHIS POMI DEG*).**

**Анотація.** Дана стаття присвячена дослідженню яблунева попелиця (*Aphis pomi Deg.*), яка є однією з ключових шкідників яблунь та інших рослин. У статті розглядаються основні аспекти життєвого циклу, біології та екології цього шкідника, його вплив на рослини та способи боротьби з ним. Також розглядаються аспекти господарського значення та важливість вивчення цього виду для сільськогосподарського сектору. Стаття надає важливий внесок у розуміння і контроль шкідників у сільському господарстві.

**Annotation.** This article is devoted to the study of the apple aphid (*Aphis pomi Deg.*), which is one of the key pests of apple trees and other plants. The article discusses the main aspects of the life cycle, biology and ecology of this pest, its impact on plants and methods of combating it. Aspects of economic importance and the importance of studying this species for the agricultural sector are also considered. The article provides an important contribution to the understanding and control of pests in agriculture.

---

<sup>2</sup>Науковий керівник: канд. с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

**Вступ.** Яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) є шкідливим комахою для зерняткових плодкових насаджень. Вона поширена у багатьох регіонах світу, де вирощують яблука. Її личинки живляться листям та плодами яблунь, завдаючи збитків сільському господарству. Для боротьби з яблуневою попелицею застосовують різні методи, такі як обрізка хворих гілок, хімічні обробки, використання пасток та інші заходи. Шкодити попелиця починає із самого початку весни. Це особливо небезпечний для рослин період. Попелиця послаблює і знищує молодий приріст пагонів на кущах і деревах, обліплені попелицею бутони можуть не розкритися. Змучені попелицею рослини, легко захворюють і можуть навіть загинути.

**Виклад основного матеріалу.** Яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) має кілька видів, які класифікуються за відтінками, такі як Красногаллова тля (галлова або кривава), яка є дуже мініатюрною і жовто-зеленого кольору. Зелена попелиця має подібний відтінок. Вони часто заселяються на яблунях, грушах, сливах і айвах. Щоб запобігти їх поширенню, корисно будувати шпаківні для птахів, які полюють на попелиць, такі як горобці, коноплянки, малинівки і синиці.

Також корисно мати на ділянці багато златоглазок і сонечок, які також полюють на попелиць. Мурашники, навпаки, можуть захищати тлю, яка служить їхньою їжею, тому може бути корисним руйнувати мурашникові колонії.



**Рис 1.** Імаго та пошкодження попелицею

Попелиця може атакувати яблуні в саду, переміщуючись з інших заражених дерев або через мурашниковий транспорт. Її яйця добре зимують під корою і весною вилуплюються молоді шкідники. Молоді яблунні посадки завжди під загрозою, особливо без належного догляду, добрив та обрізки. Шкідник активно розмножується за сприятливих умов, таких як тепло і вологість.

Методи боротьби з попелицею є: хімічні та безпечні.

Безпечні: Оцет – може використовуватися для відлякування попелиці завдяки своєму гострому запаху. Щоб приготувати розчин, розведіть 10 столових ложок яблучного оцту (або п'ять столових ложок столового 9% оцту) у 10 літрах води. Додавання трохи рідкого мила допоможе розчину краще "прилипати" до листя дерев, покущів і квітів. Після ретельного розмішування розчином можна обприскувати ним рослини.

Попіл—для приготування цього засобу вам знадобиться: відро підігрітої води, 2 склянки деревного попелу і 30 грамів рідкого мила. Суміш ретельно перемішайте і залиште протягом 10–12 годин для настоювання. Після цього переведіть розчин до пульверизатора і обприскуйте усі наземні частини рослин, які пошкоджені через попелицю. Такий обробки попелиця не витримає, але для дерев і кущів це не надасть негативних наслідків.

Валеріана – для захисту дерев від попелиці можна використовувати розчин, який складається з 3 літрів води, 50 мл рідкого мила та 25 мл настойки валеріани (доступної в аптеці). Потрібно об'єднати ці компоненти, добре перемішати і обприскати цим розчином всі рослини, на яких з'явилася попелиця.

Ефективний спосіб боротьби з попелицею включає в себе використання меленого перцю. Для приготування потрібно взяти 50 грамів меленого перцю і 1 літр води. Спочатку доведіть розчин до кипіння, а потім залиште його на одну добу, щоб настоявся. Після цього процідіть розчин і додайте 10 грамів рідкого мила. Отриманим розчином обприскуйте всі дерева, кущі і рослини у саду. Найкраще це робити після дощу, але також можна застосовувати його, якщо передбачається суха погода протягом кількох днів. При необхідності цей метод можна повторити. Важливо зазначити, що цей засіб допоможе не лише з попелицею, а також з мурахами.

*Хімічні:* Ампліго, Атака, Актара.

Справді, спеціальні хімічні препарати ефективно борються з комахами, але безпека їх використання має велике значення. Ось деякі важливі правила безпеки:

Ніколи не вживайте препарати, які використовуєте для обробки дерев, у їжу. Під час обробки дерев важливо стояти проти вітру, щоб уникнути вдихання парів хімікатів. Обов'язково використовуйте респіратор, окуляри та рукавички під час роботи з хімікатами, і захищайте відкриту шкіру. Після завершення обробки рослин ретельно вимийтеся, виперіть одяг і обладнання, які контактували з хімікатами. Використання хімічних пестицидів може бути ефективним методом контролю. Однак цей підхід може мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Коли, як і за яких умов використовувати засоби боротьби проти яблучної попелиці

Засоби боротьби проти яблучної попелиці використовуються в залежності від стадії розвитку шкідника та ступеня інфекції. Основні умови і методи боротьби включають:

Попередження: 1. Використовуйте сорти яблук, які менше вразливі до попелиці.

2. Збирайте та утилізуйте листя, що впало після опадання, щоб зменшити наявність спор інфекції. Підтримуйте здорове рослинне, правильно обрізаючи та доглядаючи за деревами.

*Біологічний контроль:* Застосовуйте природних ворогів, таких як корисні комахи (наприклад, паразитоїди) для зниження популяції попелиці.

*Хімічний захист:* Використовуйте фунгіциди (препарати для боротьби з грибковими захворюваннями) у разі важкого зараження або підвищеного ризику зараження. Дотримуйтеся рекомендацій щодо дозування та застосування засобів.

**Висновок.** У данній статті ми розглянули основні аспекти життя та впливу яблучної попелиці (*Aphis pomi* Deg.) на яблуневі культури. Дослідження показують, що цей шкідник може завдати серйозних збитків врожаю яблук, але завдяки науковим розробкам і практичним заходам, вдалося розробити ефективні стратегії контролю та зменшити його вплив. Важливими факторами в боротьбі з яблучною попелицею є вивчення її біології та екології, розробка і впровадження інтегрованих методів захисту рослин, а також співпраця між науковцями, фермерами та виробниками засобів захисту рослин. Хоча яблучна попелиця залишається серйозним викликом для сільськогосподарського сектору, наші дослідження та заходи з контролю допомагають зберегти врожаї яблук та забезпечити стабільність у виробництві цієї популярної культури.

### Список використаних джерел

1. Федоренко В.П., Покозій Й.Т., Круть М.В. Ентомологія. Київ : Колобіг, 2013. 380 с.; іл. 48.
2. Мринський М.І., Урсал В.В., Забродіна О.В., Романов О.В., Воєводін В.В. Шкідники плодкових культур: навчальний посібник.; за ред. І. М. Мринського. Київ. 2019. 728 с.
3. Гунчак М. В. Фітосанітарний моніторинг яблуневих насаджень в Південно-Західному Лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2017. Вип. 2. С. 115–125.
4. Лапа О. М., Дрозда В. Ф., Мельничук С. Д. Технологія вирощування та захисту саду. К.: Універсал-Друк, 2006. 96 с.
5. Федоренко В. П., Броун І. В. Біологічний захист від зеленої яблуневої попелиці. Карантин і захист рослин. К., 2012. № 1. С. 24–25.
6. Ateyyat M., Abu-Romman S., Abu-Darwish M., Ghabeish I. Impact of Flavonoids against Woolly Apple Aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) and Its Sole Parasitoid, *Aphelinus mali* (Hald.). *Journal of Agricultural Science*. Vol. 4, №2. 2012. P. 227–236
7. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: навч. посібник. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. 216 с.
8. Gunchak M. V. Biological preparations for apple protection from green apple aphid in South-Western Forest-Steppe of Ukraine. «Наукові доповіді НУБіП». 2018. №2 (72). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10640/9357> (дата відвідування 16.09.2023 р.

Дмитро БЛАХ<sup>3</sup>,  
студент 4-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ БАВОВНИКУ В УКРАЇНІ

***Анотація.** В анотації висвітлено поточний стан розвитку виробництва бавовника в Україні та в світі. Зазначено ключові аспекти та проблеми, що представлені в текстильній промисловості, а також показано рівень постачання бавовняною сировиною в Україні. Відзначено, що вирощування бавовника є вигідним з точки зору, особливо з огляду на останні тенденції зростання економічної ціни та попиту на світовому ринку. Ураховуючи позицію України серед передових аграрних країн, вирощування бавовника може програмувати економічний розвиток держави. Таким чином, важливо надавати пріоритетну увагу розв'язанню проблем у сфері бавовництва та відродженню цієї галузі, користуючись іноземним досвідом.*

***Ключові слова.** бавовник, агропромислове виробництво, бавовняна сировина, текстильна промисловість, текстильні підприємства.*

***Annotation.** The current state of development of agro-industrial cotton production in Ukraine and the world is presented. Aspects and problems of the development of the textile industry are outlined, the level of our country's supply of cotton raw materials is indicated. It is shown that cotton is an economically profitable crop, especially taking into account the recent trends in the growth of prices and demand in the world market. Growing cotton in Ukraine, one of the leading agricultural countries, will shape the development trend of the economic component of our state. That is why special attention should be paid to the main principles of solving the problems of the cotton industry and ways of its revival, based on the experience of foreign producers.*

***Keywords.** Cotton, agro-industrial production, cotton raw materials, textile industry, textile enterprises.*

***Вступ.** Впровадження сучасних агротехнологій у вирощуванні бавовнику та в методах обробки бавовникової сировини може сприяти швидкому розвитку сільського господарства. Текстильна промисловість в Україні погіршує важливу роль у виробничому секторі, але виробництво текстильної сировини в даний момент перебуває у кризі через відсутність державної підтримки та недостатню науково-дослідницьку роботу в галузі агротехнологій вирощування. Ці фактори призводять до проблем у виробництві текстилю та суміжних галузей, пов'язаних із текстильною сировиною.*

---

<sup>3</sup>Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

У текстильній промисловості використовують ціле різноманіття натуральних волокон, таких як льон, бавовна, вовна, шовк-сирець та багато інших.

Найбільш традиційною сировиною для нашої країни є вовна і льон. Виробництво бавовни відіграє важливе значення в економічній складовій текстильного сектору, адже кількість вихідної сировини впливає на характер виробничих потужностей та техніко-економічні показники промислових підприємств.

**Виклад основного матеріалу.** Бавовник є важливою культурою в багатьох частинах світу, оскільки це одна з основних культур, які використовуються для виготовлення одягу. Бавовник – це м'яке, пухнасте штапельне волокно, яке росте в коробочці або захисній оболонці навколо насіння рослин. Бавовник належить до роду *Gossypium* родини мальвових *Malvaceae*. Він споріднений з гібіскусом, мальвою та бамією. Клітковина – це майже чиста целюлоза, яка може містити незначні відсотки воску, жирів, пектинів і води. У природних умовах коробочки бавовнику посилюють розповсюдження насіння. Ця рослина є чагарником, що походить із тропічних і субтропічних регіонів з усього світу, включаючи Америку, Африку, Єгипет та Індію [1, 2].

В Україні на полях Інституту зрошуваного землеробства НААН у 2001 році була закладена перша дослідна ділянка вирощування бавовнику. Селекціонери впевнені, що поряд із вирощуванням традиційних культур у південному регіоні України створені максимально сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування та створення власної бази виробництва волокна бавовнику.

Продовжити сьогодні дослідницьку діяльність науковці інституту не можуть — поля досі знаходяться в зоні ризику після деокупації регіону. Але щойно з'явиться можливість, вони продовжуватимуть роботу, тим паче, що вже виведені українські сорти.

На Півдні України максимально сприятливі умови для вирощування бавовнику

Аналіз наукових досліджень, які проводились у Херсонській області на Дослідній станції бавовництва, в Науково-дослідному інституті бавовнику, Інституті зрошуваного землеробства, Дослідній станції баштанництва, Генічеській, Скадовській та Брилівській дослідних станціях, показав високу ефективність вирощування цієї культури.

За даними досліджень Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства, за 39 років вирощування бавовнику на неполивних землях було ефективним у 85-90% років, при зрошенні – 90-93% років. Водночас виробництво бавовнику було прибутковим для сільськогосподарських виробників. Урожайність сирцю бавовнику знаходилась на суходолі на рівні 1,8 т/га, а при зрошенні досягала 2,7 т/га.

Більша частина врожаю бавовнику складається з насіння. Бавовник – це культура з практично безвідходним виробництвом. Після джинування сирцю

отримуємо волокно, вихід якого становить 37-38%. Більша частина врожаю складається з насіння (вихід – 60%), яке має великий вміст олії та білка.

Під час переробки цієї продукції отримується продовольча екологічно чиста та технічна олія (29% від маси насіння), високоякісна макуха для тваринництва (вихід — 77-78% із вмістом 1,7-1,8 кормових одиниць), що забезпечує додатковий прибуток для товаровиробників (40-60% від вартості волокна). До того ж мало кому відомо, що відходи бавовнику (лінт) є стратегічною сировиною для виробництва оборонних засобів.

В Україні є власні сорти бавовнику при успішному впровадженню бавовництва в агропромислове виробництво південного регіону сприятиме використання нових скоростиглих сортів, створених в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН: для неполивних умов – сорт бавовнику Підозерський 4, для умов зрошення – Дніпровський 5.

Термін дозрівання сортів, порівняно з болгарським скоростиглим аналогом Белі Извор, коротший на 5-10 днів, якість волокна відповідає вимогам текстильної промисловості.

Відновлення вітчизняного бавовництва можливе лише завдяки введенню науково обґрунтованої системи насінництва. Наразі інститут володіє лише 10 кг насіннєвого сирцю сорту Підозерський 4, який вдалося врятувати від ворожої агресії РФ, що дає змогу до березня 2024 р. одержати 4,5 кг насіння супереліти I-II класів.

Виробництво бавовнику в Україні є екологічно безпечнішим. В Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН вважають, що на відміну від технології вирощування бавовнику в тропічній зоні або в країнах Середньої Азії виробництво культури в південному регіоні України є більш екологічно безпечним.

Це – солестійка культура. За багаторічними дослідженнями інституту, пестицидне навантаження під час вирощування бавовнику набагато нижче, ніж цього потребує низка інших широко розповсюджених культур у зоні південного землеробства, таких як люцерна, овочі, соя, пшениця тощо. Грунтовий гербіцид та засоби захисту рослин застосовуються за необхідності, як і за вирощування інших сільськогосподарських культур.

При механізованому способі збирання сирцю у разі необхідності використовується дефоліант, який також застосовують під час збирання насіння люцерни та соняшнику.

Кількість добрив, яку рекомендовано вносити під час сівби культури, також є невеликою —  $N_{60}P_{30}$ . Подібну норму азотних добрив ( $N_{30-45} P_{30}$ ) застосовують під час вирощування сої. А один, у крайньому випадку два поливи по 450-500 м<sup>3</sup>/га збільшують урожайність у 1,5 рази. Водночас наведені вище культури необхідно поливати 4-7 разів за вегетаційний період, та 8-9 разів поливають бавовник у країнах Середньої Азії [3].

Бавовник є однією з провідних сільськогосподарських культур у світі, вирощується у великій кількості, що робить продукцію з бавовнику відносно недорогою.



**Висновок.** Бавовна є одним із найважливіших і корисних природних волокон, і його можна використовувати в багатьох цілях. Однак насіння бавовни містить більше, ніж це волокно.

Насіння бавовнику є одним із багатьох природних варіантів добрива. Він поповнює поживні речовини у виснаженому ґрунті та добре працює як азотне добриво. Від кущів троянд до компосту бавовникова мука може прискорити природні процеси. Насіння бавовнику також можна використовувати як олію, але воно вимагає очищення для видалення небезпечних токсинів. Нерафінована олія може бути використана як природний інсектицид, але потрібно бути обережними, коли з нею працювати.

### Список використаних джерел

1. Arshad M. U., Zhao Y., Hanif O., Fatima F. Evolution of Overall Cotton Production and Its Determinants: Implications for Developing Countries Using Pakistan Case. Sustainability. 2022, 14 (2). P. 840.

2. Khan M. A., Wahid A., Ahmad M., Tahir M. T., Ahmed M., Ahmad S., Hasanuzzaman M. World cotton production and consumption: An overview. Cotton production and uses: Agronomy, crop protection, and postharvest technologies. 2020. P. 1-7.

3. Боровик В. Вирощування бавовни в Україні дуже перспективно. [Електронний ресурс] BIZAGRO – Режим доступу до журн.: <https://bizagro.com.ua/viroshhuvannya-bavovni-v-ukrayini-duzhe-perspektivno-naan>

**Тетяна КОРНІЙЧУК<sup>4</sup>,**

магістр 11-А групи,

Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

### ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ

***Анотація.** У статті розглянуто сучасний стан виробництва органічної продукції в Україні. Проаналізовано розподіл органічних операторів за областями країни. Окреслено перспективи розвитку органічного виробництва, доцільність збільшення його масштабів за зростаючого попиту. Виявлено стримуючі фактори розвитку виробництва органічних продуктів.*

***Annotation.** The article examines the current state of organic production in Ukraine. The distribution of organic operators by regions of the country is analysed. The prospects for the development of organic production, the feasibility of increasing its scale in the face of growing demand are outlined. The constraints to the development of organic production are identified.*

---

<sup>4</sup>Науковий керівник: к. с.-г. наук, ст. викл. кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ Тетяна ЗАБАРНА.

За моніторингу, проведеного Мінагрополітики шляхом опитування органів іноземної сертифікації, які сертифікували органічне виробництво та обіг органічної продукції в Україні відповідно до стандарту, еквівалентного Регламенту Ради (ЄС) № 834/2007, та NOP (США), станом на 31.12.2021 загальна площа сільськогосподарських угідь, зайятих під органічним виробництвом та перехідного періоду, склала 422 299 га (1% від загальної площі земель сільськогосподарського призначення України), в тому числі площа сільськогосподарських угідь з органічним статусом – 370 110 га, площа сільськогосподарських угідь перехідного періоду – 52 189 га [1].

**Органічне виробництво** — сертифікована діяльність, пов'язана з виробництвом сільськогосподарської продукції (у тому числі всі стадії технологічного процесу, а саме первинне виробництво (включаючи збирання), підготовка, обробка, змішування та пов'язані з цим процедури, наповнення, пакування, переробка, відновлення та інші зміни стану продукції), що провадиться із дотриманням вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції[2,3].

**В законі чітко передбачено перелік галузей органічного виробництва, до яких зокрема відносяться:**

- органічне рослинництво (у тому числі насінництво та розсадництво);
- органічне тваринництво (у тому числі птахівництво, бджільництво);
- органічне грибовництво (у тому числі вирощування органічних дріжджів);
  - органічна аквакультура;
  - виробництво органічних морських водоростей;
  - виробництво органічних харчових продуктів (у тому числі органічне виноробство);
  - виробництво органічних кормів;
  - заготівля органічних об'єктів рослинного світу.



Рис. 1.\* Дані сайту: [minagro.gov.ua](http://minagro.gov.ua)

Так, за результатами оперативного моніторингу рис 1, в 2021 році спостерігалось незначне скорочення органічних сертифікованих земель та операторів ринку – 528 операторів органічного ринку, включаючи 418 сільськогосподарських виробників, сертифікованих за стандартом, що еквівалентний органічному законодавству ЄС, та NOP (США). Загальна площа сільськогосподарських земель (органічних і перехідного періоду) склала 422 299 га, у тому числі 370 110 га з органічним статусом.

На жаль, очікується скорочення земель за результатами 2022 року, адже значна їх частина знаходиться під окупацією в південних регіонах країни. Водночас, діяльність на землях, що були звільнені від окупації на початку квітня, відновлена майже повністю.

Якщо говорити про внутрішній ринок органічної продукції, то в 2021 році за оціночними даними реалізовано 9780 тонн органічної продукції власного виробництва на суму близько 900 млн грн. (еквівалент 33 млн дол. США за курсом НБУ на 31.12.2021). Важко робити прогнози щодо 2022 року, адже відбулось скорочення виробництва, зміни в ланцюгах постачання, виїзд значної кількості споживачів тощо.

За твердженнями зарубіжних науковців, органічна продукція, вироблена в Україні здатна витримати відповідність міжнародним стандартам і бути конкурентоздатною на світовому ринку [12].

За результатами дослідження органічного ринку, яке було оприлюднено під час конференції, в 2021 році Україна експортувала близько 260 000 тонн органічної продукції до більше ніж 30 країн світу на загальну суму близько 220 млн дол. США, з яких 82% було експортовано до ЄС [ <https://organicinfo.ua/news/organic-remains-one-of-priorities> ].

**Таблиця 1.**

*Загалом же у 2021 році Україна поставила таку продукцію на ринок ЄС\*\*:*

Ключові продуктові групи	Обсяг імпорту (тис тонн)	Частка в загальному імпорті ЄС
Зернові (окрім пшениці та рису)	89,5	47,3
Фрукти (окрім цитрусових та тропічних фруктів)	20,1	10,6
Соеві боби	17,2	9,1
Олійні (окрім соєвих бобів)	16,7	8,8
Макуха	13,2	6,9
Пшениця	11,2	5,9
Овочеві олії (окрім пальмової та оливкової)	5,6	3,0
Борошно та інша борошномельна продукція	4,5	2,4

*\*\*За даними системи TRACES*

**Висновок.** Підсумовуючи результати проведеного дослідження, можна сказати, що внутрішній ринок органічних харчових продуктів розвивається та має тенденцію до зростання. Темпи зростання хоч і не є стрімкими, проте є систематичними. Оператори органічного ринку відіграють важливу роль також

у підвищенні рівня обізнаності споживачів щодо переваг органічних харчових продуктів. Збільшилась інтенсивність комунікації за споживачами, оператора почали роз'яснювальні кампанії про переваги органічної продукції в порівнянні з неорганічною, що в свою чергу прямо впливає на вибір споживачів на користь першої.

### Список використаних джерел

1. Органічне вирощування в Україні. 2022. <https://minagro.gov.ua/napryamki/organichne-virobnictvo/organichne-virobnictvo-v-ukrayini> (дата звернення 23.08.2023)
2. Світ Organic: все, що треба знати про органічні продукти та бізнес на них. <https://www.epravda.com.ua/publications/2020/12/18/669317/> (дата звернення 12.08.2023)
3. *Беляєва Н. В.* Сучасний стан виробництва органічної продукції в Україні та світі. *Інноваційна економіка*. 2013. №1. С. 151–155.
4. *Willer H.* The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2013 / *H. Willer, J. Lernoud, L. Klicher.* Bonn : Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), *Frick and IFOAM – Organic International*, 2013. 340 p.

**Анастасія ВЕРЕМЧУК<sup>5</sup>,**

студентка 1-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### МІКРОБНИЙ ЦЕНОЗ ЧОРНОЗЕМІВ

***Анотація.** У статті проведений аналіз літературних джерел щодо зумовленості формування чорноземів. З'ясовано визначення мікробного ценозу, як одного із найскладніших, найрізноманітніших і найпоширеніших типів просторово-функціональної організації живих угруповань педосфери. Визначено яку ж роль в ґрунті відіграють мікроорганізми та мікробний ценоз в цілому.*

***Annotation.** The article analyzes literary sources regarding the conditions of the formation of chernozems. The definition of microbial coenosis, as one of the most complex, diverse and widespread types of spatial and functional organization of living groups of the pedosphere, has been clarified. It was also clarified what role microorganisms and microbial coenosis play in the soil as a whole.*

***Вступ.** Мікробний ценоз – найважливіший функціональний компонент, що зумовлює редуційний процес, утворення гумусу, інтенсифікацію ферментативної активності, ґрунтове дихання та сприяє збільшенню*

---

<sup>5</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Тетяна Аралова.

кількісного складу амінокислот.

Формування чорноземів зумовлено особливостями біологічного колообігу – великою кількістю хімічних елементів, які залучаються у щорічні процеси утворення і трансформації органічної речовини, надходженням основної маси органічних решток всередину ґрунту, активною участю в розкладанні рослинних решток.

Значний вплив на чисельність мікроорганізмів має як система землеробства, так і фаза розвитку рослини [7].

**Виклад основного матеріалу.** Мікроорганізми є основним джерелом генетичного різноманіття, що має широку видову й функціональну варіабельність. Завдяки складному видовому різноманіттю з відповідною ферментативною активністю, мікробіоти відіграють важливу роль у трансформації органічної матерії, процесах ґрунтоутворення та формуванні родючості ґрунтів.

Формування певного мікробного комплексу ґрунту, його структури та складу з відповідною функціональною активністю в значній мірі залежить від його типу, агрегатного складу, обумовленого аграрним використанням та особливостями сільськогосподарських культур. Структура мікробних ценозів – невід’ємна складова детальної характеристики ґрунтів, включаючи процеси та фактори, що прямо чи опосередковано впливають на їх особливості.

У сучасних умовах аграрного виробництва значний вплив на активність функціонування мікробного комплексу ґрунтового покриву, що обумовлює в них збереження ґрунту та екологічну рівновагу агроєкосистем, мають агротехнічні заходи. Так, на фоні отримання органічної екологічно чистої продукції спостерігається збереження родючості ґрунту, в першу чергу за рахунок оптимізації функціонування мікробних ценозів. Тому виробники сільгосппродукції все частіше переходять на біологічне землеробство, яке за рахунок науково-обґрунтованих агротехнологій сприяє утворенню міцних трофічних зв'язків мікробних угруповань, підвищенню інтегрованості мікробценозів та їх стійкості до несприятливих факторів [1, 2, 3].

Україна має великі резерви родючих ґрунтів, придатних для вирощування сільськогосподарських культур та отримання високоякісних продуктів харчування, сировини, кормів [4].

А, як відомо, утворення ґрунтів та їх родючість формується під впливом складної системи екологічних факторів, серед яких провідна роль належить біохімічній діяльності мікроорганізмів, які забезпечують функціонування цілісної системи «рослини – мікроорганізми – ґрунт» та визначають ключові функції кругообігу речовин у ґрунті, що дозволяє забезпечити постійне функціонування і гомеостаз екосистем в цілому.

Відомо, що кількісний та якісний склад ґрунтової мікробіоти, як чутливий індикатор стану агроєкосистем, відображає ступінь антропогенного навантаження та дає можливість виявити зміни екосистеми ще на ранніх стадіях [5]. Тому дослідження кількісного та якісного складу мікробних угруповань сучасних агроєкосистем є необхідним завданням для розуміння механізмів взаємодії компонентів ґрунтової мікробіоти, характеру впливу на

біологічні процеси ґрунту чинників навколишнього середовища, ґрунтових властивостей, агротехнічних заходів та управління ґрунтовими процесами.

Екологічна стійкість едафотопу зумовлена множинністю абіотичних і біотичних факторів. Загальними проявами екологічної стійкості системи є складність біогеоценотичної структури та неоднорідність ґрунтового та рослинного покриву. Саме ці обставини утворюють системи, блоки, підсистеми, що самоорганізуються, саморегулюються, здатні протистояти жорсткому впливу антропогенних факторів. Цю неоднорідність формують усі компоненти біогеоценозів. Стабілізацію ґрунтових процесів забезпечує множинність видів мікробіоти в усіх функціональних проявах, головна з яких – трансформація органічної речовини [6].

Чорноземи, які є основним ресурсом родючих ґрунтів, характеризуються високим біорізноманіття та адаптивним потенціалом (рис. 1).

Підтримання різноманіття мікробіоти та родючості ґрунту неможливе без удосконалення наявних систем удобрення. Тому для ведення ефективного сільськогосподарського виробництва на цих ґрунтах за рахунок удосконалення сучасних екологічно обґрунтованих агрозаходів необхідно проводити комплексні дослідження, включаючи визначення кількісного і якісного складу мікробних угруповань агроценозів за різних систем удобрення як показників екологічного стану ґрунту та ступеня антропогенного навантаження ґрунтово-мікробіологічними процесами та дасть змогу забезпечити високий потенціал продуктивності сільськогосподарських культур.



*Рис.1. Мікробне населення ґрунту*

Процесам утворення гумусу в нинішній час приділяється велика увага.

Джерела органічної частини ґрунту – органічні залишки різної природи, які у неї. У цілинних – це рослинні залишки, мікроорганізми і ґрунтова фауна. Найбільшу біомасу мають зелені рослини (автотрофи), здатні синтезувати органічні речовини з мінеральних сполук. Біомаса ґрунтових мікроорганізмів і представників тваринного світу в кілька десятків, сотень і навіть тисяч разів поступається біомасі зелених рослин. Нових запасів органічної речовини вони не вносять, а переробляють рослинні залишки, утворюючи вторинні форми органічних речовин ґрунту.

Істотним джерелом органічних речовин в орних ґрунтах є органічні добрива різного складу. З часом органічні залишки перетворюються на гумус в результаті такого процесу як гумусоутворення. Гумусоутворення – складний біохімічний процес перетворення органічних залишків в гумус, що розвивається в ґрунті при обов'язковій участі мікроорганізмів.

В основі гумусоутворення лежать наступні процеси:

- розклад;
- мінералізація;
- вторинний мікробний синтез;
- гуміфікація.

Чорноземи займають в Україні близько 60 % території (у світі близько 25 %), майже всю лісостепову (за винятком західних частин) і степову зони (рис. 2). В Україні поширені чорноземи п'яти підтипів, залежно від умов клімату, особливостей ґрунтоутворних порід, рослинності. У лісостеповій зоні переважає підтип типових чорноземів, що мають 6–9 % гумусу, найбільшу потужність (до 1,5 м) і найбільшу родючість. Підтип чорноземів звичайних поширений у північній частині степу України; вони мають середні значення потужності (60 – 75 см) та вмісту гумусу (4–6 %). Найменший відсоток гумусу (3–4 %) характерний для чорноземів південних.

Чорноземні ґрунти при правильному використанні дають найбільший врожай багатьох сільськогосподарських культур. Врожайність культур висока за достатньої вологості.



*Рис. 2. Чорноземи*

Роль мікроорганізмів у чорноземному біогеоценозі багатогранна. При розкладі чорноземної підстилки спостерігається поступова зміна мікрофлори. Спочатку найбільшу активність розвивають неспороутворюючі бактерії, що швидко розмножуються і гриби. Домінантна роль спороутворюючих бактерій і актиноміцетів проявляється на пізнішій стадії розпаду, вони володіють потужнішим ферментативним апаратом і здатні до засвоєння більш тривких органічних сполук. Група спороносних бактерій пов'язана з перетворенням органічної речовини ґрунту, включає окремих представників, що відрізняються між собою фізіологічними, біохімічними та іншими властивостями, якими значною мірою визначаються їх екологічні особливості. Актиноміцети оселяються на напівзгнилих залишках після того, як бактерії та гриби знищують всі легкозасвоювані речовини [8].

Окультурення посилює активність мікробіологічних процесів. За наявності вологи високою біологічною активністю володіє і ґрунт цілинного степу. Під чорноземними фітоценозами мікрофлора ґрунтів поступово набуває специфічних рис. У чорноземному ґрунті сильно зменшилося число флюорескуючих бактерій, не виявлений азотобактер, зросло число неспороутворюючих пігментних форм бактерій. У складі грибів з'явилися нові

форми *Stypanus*, відсутні в окультуреному ґрунті, різко скоротилася кількість *Aspergillus*.

У ґрунтах чорноземних біогеоценозів виділені наступні фізіологічні групи мікроорганізмів: амоніфікатори, які здійснюють процес розпаду органічних азотистих речовин з утворенням аміаку; гетеротрофи – мікроорганізми, що використовують для живлення органічні речовини; оліготрофи та олігонітрофіли – мікроорганізми, функції яких зводяться до розкладання залишкових органічних сполук, що накопичуються у ґрунті при діяльності зоогенної і автохтонної мікрофлори.

Мікрофлора чорнозему представлена грибами, актиноміцетами, переважно гнильними, маслянокислими, азотфіксуючими, нітрифікуючими, денітрифікуючими, целюлозоруйнуючими, сірко- та залізобактеріями. У меншій кількості містяться водорості, дріжджі, бактеріофаги. У ґрунті також можуть зустрічатися такі патогенні бактерії, як збудники ботулізму, шлунково-кишкових хвороб та ін. Ці мікроорганізми потрапляють з органічними викидами, стічними водами. Вони, як правило, у чорноземі не живуть, але зберігаються тривалий час. Велика кількість органічних решток: опале листя, трава, труп тварин, які потрапили в ґрунт, і багато іншого – становлять джерело енергії для мікроорганізмів, що перебувають у ґрунті [9].

Найбільша маса мікроорганізмів чорнозему (до 80–90%) знаходяться на поверхні ґрунтових агрегатів, коренів рослин або речовинах органічного опаду. Велика їх частина також перебуває в ґрунті в неактивному стані – у вигляді ендоспор, мікроцист, вегетативних клітин, що ведуть нерухомий спосіб життя або переживають несприятливі умови.

**Висновки.** Серед природних середовищ ґрунт найкраще забезпечує розвиток і життєдіяльність мікроорганізмів і разом з тим найбільше змінюється під їхнім впливом. Чорноземи мають надзвичайно різноманітний вміст мікроорганізмів, які є важливими для процесу гумусоутворення.

### Список використаних джерел

1. Борко Ю.П., Пати́ка М.В. Особливості формування мікробного ценозу ґрунту та його активності за біологічного землеробстві. Природне агропромисловість в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпропетровськ, 22-23 жовтня 2015). Дніпропетровськ: РВВ ДДАЕУ, 2015, с. 213–214.
2. Гадзало Я.М., Пати́ка Н.В., Заришняк А.С. Агробиологія ризосфери рослин: монографія. Київ: Аграрна наука, 2015. 386 с.
3. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія. Київ: Арістей, 2016, 284 с.
4. Moskalevska Yu.P., M.V. Palyka. Influence of agrarian systems on the microbiological transformation of organic matter in typical chernozem under sugar beet growing. Modern scientific research and their practical application. Odessa, 2014. Vol. J11401. – J11401-009. – Режим доступу: <http://www.sworld>.
5. Петриченко В.Ф., Бомба М.Я., Пати́ка М.В. та ін. Землеробство з основами екології, ґрунтознавства та агрохімії: навч. посіб. Київ: Аграрна наука, 2021, 492 с.



7. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2019, с. 18–20.

8. Танчик С.П., Демідов О.А., Манько Ю.П. Екологічна система землеробства в Лісостепу України. Методичні рекомендації для впровадження у виробництво. Київ: НУБІП України, 2018, 39 с.

9. Марковська О.Є. Мікробний ценоз ґрунту під посівами сої залежно від агротехнічних заходів у сівозміні в умовах півдня України. Меліорація і родючість ґрунтів. № 118. 2021, с 291–297.

**Роман ГНОТ<sup>6</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### **ЖУК – КУЗЬКА АБО ХЛІБНИЙ ЖУК (*ANISOPLIA AUSTRIACA* HRDST.) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК ЗЕРНОВИХ.**

***Анотація.** У статті проведений аналіз літературних джерел, щодо досліджень біології розвитку та боротьби з небезпечним фітофагом зернових – жук-кузька або хлібний жук. За результатами досліджень встановлено, що популяція цього шкідника досить шкодо чинно впливає на злакові культури, недотримання заходів по боротьбі із цим представником досить катастрофічно впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Тому уточнення щодо поширення та особливостей біології розвитку з урахуванням умов сьогодення, удосконалення заходів обмеження чисельності обумовлюють пріоритетність напряду досліджень та його актуальність.*

***Annotation.** The article analyzes the literary sources on the research of developmental biology and the fight against dangerous phytophagous cereals – kuzka or bread bug. According to the results of studies, it was established that the population of this pest is quite shkodo valid affects cereals failure to comply with measures to combat this representative quite catastrophically affect yield of agricultural crops. Therefore, clarifications on the distribution and features of developmental biology, taking into account current conditions, improving measures to limit the number determine the priority of research and its relevance.*

***Ключові слова.** Жук-кузька або хлібний жук, шкідник зернових, поширеність, заходи боротьби.*

***Key words.** Beetle kuz'ka or the bread beetle, pest of grain, prevalence, measures of struggle.*

---

<sup>6</sup>Науковий керівник: канд. с.-г. наук, ст. викладач кафедра ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

**Вступ.** Широко відомий в Україні фітофаг жук-кузька. За останні чотири роки на зернових полях України наявність значного розповсюдження та висока шкідливість хлібних жуків. Це набуває масового характеру у господарствах усіх обґрунтовано-кліматичних зон. Рівень пошкодження посівів зернових культур цими шкідниками часто досягає 30–70% (максимум –100%) при середній чисельності 1–10, а в окремих районах – 23–90 жуків на 1 м<sup>2</sup>. Жуки завдають шкоди від 1 до 8% (максимум – 12–25%), а в деяких випадках навіть до 40% колосків, а також 0,3–2% (максимум 8%) зерна. [1]

**Виклад основного матеріалу.** Хлібний жук або жук-кузька (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) належить до родини пластинчастовусих (*Scarabaeidae*), ряд твердокрилих (*Coleoptera*). Цей вид має три підвиди: *austriaca*, *hordearia* і *major*, проте в Україні більш поширений перший підвид (*Anisoplia austriaca*). Жук поширений майже на всій території України і є шкідником зернових культур. Пошкоджує злаки, а також численні інші культивовані та дикорослі рослини. Яйця, личинки та лялечки цього жука розвиваються в ґрунті. [2]

Хлібний жук є типовим представником степової фауни. Його ареал розповсюдження охоплює степову зону, лісостеп і південь лісової зони від Центральної та Південно-Східної Європи (Німеччини, Швейцарії, Словаччини, Хорватії) до Казахстану та Алтайських гір. Жук також зустрічається в Туреччині, Закавказзі та Північній Ірані. Північна межа його поширення проходить через Україну (Хмельницька, Житомирська, Чернігівська області) і південь Європейської частини Росії (Курська, Тамбовська, Пензенська, Саратовська області). [6]

Жук завдовжки 13–16 мм, тіло синювато-чорне з металевим блиском. Надкрила мають темно-каштановий колір з чорною квадратною плямою біля щитка. Личинки жука білі, м'ясисті, дугоподібно зігнуті, з коричневою головою і добре розвинутими ногами. Довжина тіла дорослих личинок становить 30–35 мм. Личинки зимують в ґрунті на глибині 35–40 см і більше. Залялькування відбувається в ґрунтових кокончиках на глибині 10–15 см наприкінці травня – початку червня. Після виходу з лялечки, жуки заселяють посіви зернових культур у фазі молочної та воскової стиглості зерна. Самиці відкладають яйця в ґрунт на глибині 10–20 см, переважно на просапних культурах або на парах. Середня плодючість самок становить 50 яєць з максимальною кількістю до 100. Через 2–3 тижні відроджуються личинки, які розвиваються протягом 22–25 місяців. Цикл розвитку дворічний. Жуки не лише пошкоджують зерно, а й вибивають його. Личинки завдають шкоди кореневій системі, що пригнічує розвиток і призводить до загибелі рослин. [3]

На полях жук-кузька з'являється в третій декаді травня – першій та другій декаді червня. Масовий літ жуків, відповідно до середніх багаторічних спостережень, припадає на 11 червня – 17 липня. Спочатку вони живляться пирієм, потім переходять на озимі, а пізніше – на ярі зернові культури. Перевагу віддають житу, пшениці озимій та ярій, рідше заселяють інші злаки. Жук міцно охоплює кривими чіпкими ногами колос і живиться зерном молочної та воскової стиглості, просовуючи голову між лусочками колоса. За повної стиглості вибиває зерна на землю, внаслідок чого втрати врожаю збільшуються. [1]



*Рис.1. Личинка хлібного жука та пошкодження зерна фітофагом*

Один жук протягом життя знищує 9–10 колосків. Угодовані самиці відкладають яйця в ґрунт (плодючість – до 50 шт.). Для їхнього відкладання шкідник вибирає пухкі ґрунти й часто зосереджується на просапних культурах. Через місяць із яєць виплоджуються личинки, які живуть у ґрунті протягом 22 місяців, зимуючи двічі. Перший рік життя вони живляться у ґрунті гноєм і тонкими корінцями різних рослин. Личинки другого року перегризають підземні частини сходів і молодих рослин сільськогосподарських культур (пшениці, жита, кукурудзи, буряків, соняшнику, картоплі), сіянців молодих дерев, що може призводити до зріджування посівів і насаджень. Після другої зимівлі в травні – першій половині червня відбувається їхнє заляльковування завглибшки 10–15 см, звідки через два-три тижні виходять жуки. Лялечки з нижнім покривом дуже чутливі до механічних пошкоджень і під час культивування ґрунту на глибину заляльковування масово гинуть. [4]

Втрати на 1 га посівів залежать від кількості особин на 1 м<sup>2</sup> ділянки: 1 – 50 кг; 3 – 120–150 кг; 10 – 400–500 кг.

За сприятливих погодних умов втрати можуть бути вдвічі більшими, оскільки концентрація шкідників може сягає 60–100 особин на 1 м<sup>2</sup> ділянки [5].

*Заходи боротьби із шкідником.* Основою раціональної інтегрованої системи контролю чисельності хлібних жуків є прогноз ступеня загрози та оцінка фактичного фітосанітарного стану кожного конкретного поля. За високої чисельності шкідника без застосування інсектицидів не обійтись. На полях із щільністю личинок більше 15 екз./м<sup>2</sup> сівба озимих потрібно проводити насінням, обробленим інсектицидними протруйниками, або на 10–12 днів пізніше оптимальних термінів зі збільшеною на 10–12 % нормі й висіву насіння. З появою імаго на посівах зернових колосових культур у чисельності 3–4 екз./м<sup>2</sup> оцінюють характер заселення поля. Краєві смуги шириною 60–80 м з одної або з двох сторін обробляють в першу чергу, при необхідності обприскують і все поле. Не слід затягувати з обприскуванням зернових колосових культур в період живлення жуків, тому що в окремі роки імаго через 4–5 днів йдуть на відкладання яєць, їх чисельність на посівах різко падає, збільшуючись знову вже за 2–3 дні. В підсумку не буде досягнуто зменшення чисел личинок у наступному році, а культури може бути заподіяний значної шкоди.

Серед біологічних заходів, що спрямовані на обмеження чисельності фітофага є використання природних ворогів. Так, жуків знищують мухи-ктирі,

хижі жужелиці, птахи (сиворакша, дятел, чайка, куріпка, грак, галка, сорока, шпак, горобець, одуд й ін.). Личинок поїдають сіра ворона, грак, чайка звичайна. На личинках розвиваються деякі перетинчастокрилі паразити (сколії, тифії й ін.), а також паразитичні нематоди й патогенні мікроорганізми. Та, попри все, чисельність хлібних жуків у посівах зернових культур залишається високою, тому проведення захисних заходів набуває надзвичайної важливості. [6].

Профілактичні заходи: дотримання науково обґрунтованої структури посівних площ, зернові культивовані рослини не повинні займати більше 50% від усіх оброблюваних орних земель у господарстві. Це важливо для того, щоб запобігти повторним посівам або монокультури [7].

*Агротехнічні заходи:*

1. Кращий попередник пшениці озимої в зоні Степу та Лісостепу – чорний пар, зораний або задискований у травні та закультивований у серпні;

2. У травні, на початку червня, сприяють глибокому розпушенню міжрядь просапних культур на глибину 10–12 см, ідеально з одночасним підживленням рідкими азотними добривами. Цей радикальний підхід допоможе обмежити популяцію хлібних жуків на стадіях передлялечок і молодих лялечок.

3. Після збирання зернових колосових, рекомендується провести лущення стерні на глибину 10–12 см. Цей агроприйом дозволяє виносити на поверхню ґрунту яйця та личинки хлібних жуків, які потім гинуть від висихання або стають жертвами паразитів та хижаків, включаючи птахів. Через 10–12 днів після першого лущення рекомендується провести повторне лущення стерні для більш ефективного знищення шкідників. Цей підхід допомагає зменшити популяцію хлібних жуків та запобігти їх подальшому розмноженню, що сприяє збереженню врожаю та зниженню шкоди від цих шкідників.

4. На полях із високою чисельністю личинок хлібних жуків (понад 10 екз./м<sup>2</sup>) перед сівбою ярих культур обов'язкове проведення двох культивацій з інтервалом 8–10 днів.

5. На полях із чисельністю личинок другого року життя понад 15 екземплярів на 1 м<sup>2</sup> озимі зернові культури слід висівати насінням, обробленим інсектицидними протруйниками (Табу, КС, Нупрід Макс, Гаучо 70 WS, з.п.; ТН; Нупрід 600, Круїзер 350 FS, т.к.с.; ТН; Рубіж, к.е.), або на 10–12 днів пізніше від установлених строків, до того ж збільшеною на 10–12% нормою висіву та з передпосівною культивацією в два сліди;

6. Зяблева оранка плугами з передплужниками або плоскорізним знаряддям за достатньої вологості ґрунту, проведена до середини жовтня, тобто до можливого початку міграції личинок хлібних жуків на зимівлю в глибші шари ґрунту. [7]

Хімічні заходи: у період живлення жуків на колосках, якщо їх чисельність перевищує 3–5 особини на 1 м<sup>2</sup>, посіви потрібно обробити інсектицидами. Рекомендовані препарати: Антколорад Макс, КС (0,5 л/га), БіМоль БТ, КЕ (1,5 л/га), Актара 240 SC, к.е. (0,15 л/га), Антиколорад, КС (0,5 л/га), Димефос, КЕ (1,5 л/га), Кілер, к.е. (1,0 л/га), Рубіж, к.е. (0,5–1,5 л/га), Святогор, КЕ (1,0–1,5 л/га), Фосфамід, к.е. (0,5–1,5 л/га), Мангуст, з.п. (0,05

кг/га), Ф'юрі, в.е. (0,07–0,1 л/га), Фостран, КЕ (1,2–1,5 л/га), Фосфамід, к.е. (0,5–1,5 л/га), Грінфорт ІЛ 200, КС (0,5 л/га). Хлібні жуки найчастіше концентруються на окраєнах полів, обробки доцільно проводити в крайових смугах завширшки 50–100 м. [1]

Як задувалось раніше, хлібний жук має підвиди, коротка інформація про них.

Жук-хрестоносець (*Anisoplia agricola* Poda.) поширений в Україні повсюдно, але частіше в Поліссі та північному Лісостепу, а також у передгір'ях Криму. Жуки пошкоджують недозрілі зерна пшениці, жита, ячменю, могоару; личинки – бульби картоплі, корені буряків, зернових злаків. Жук 10,5–13 мм завдовжки, чорний із зеленуватим металічним блиском; надкрила буро-жовті з чорним малюнком у вигляді хреста, який може повністю редукуватися. Яйця білі, округлі, завдовжки 1,5–2 мм. Личинка розміром до 28 мм, жовтувато-біла, дугоподібно вигнута, м'ясиста, з коричневою головою і добре розвиненими ногами, Жуки літають з кінця травня до кінця липня. Масовий літ 5 червня 19 липня. Цикл життя, тривалість генерації такі самі, як у жука-кузьки, але цей вид більш мезофільний.

Заходи захисту такі самі, як і проти кузьки або хлібного жука. [3]

Красун, або хрущ польовий – (*Anisoplia segetum* Hrbst.) – поширений повсюдно, але значну шкодочинність відмічено в степовій зоні та Криму. Жуки пошкоджують пиляки, а також зав'язі та зерна на початку наливання в колосках жита, пшениці, ячменю; личинки пошкоджують корені буряків, соняшнику, тютюну, бульби картоплі; сіянці яблуні, груші, сливи, вишні. Тіло жука 8–10 мм завдовжки, синювато-чорне з металічним блиском, черевце і надкрила коричнево-жовті, без малюнка, з твердими шипами по краях. Личинка розміром 25–30 мм, С-подібна, біла, голова жовто-бура, на задній частині анального тергіту з дещо витягнутою площинкою. Літ жуків на півночі України починається 7–12 червня і завершується 14 серпня; на півдні відповідно 23 травня і 12 липня. Жуки активні в спекотні дні, вони знаходяться на колосках жита, пшениці, ячменю, де живляться. Для відкладання яєць зариваються в ґрунт, при цьому віддають перевагу пухким ділянкам поля, а також супіщаним і піщаним ґрунтам.

Заходи захисту такі самі, що й проти кузьки або хлібного жука. [3]

**Висновок.** Таким чином, основною передумовою будь-якої системи захисту рослин є сучасний фітосанітарний моніторинг та прогноз розвитку та поширення хлібного жука (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), який має полягати у системі збору, накопичення, аналізу та використання інформації з урахуванням застосування запобіжних, організаційних, агротехнічних, біологічних, хімічних заходів, по боротьбі з фітофагом.

### Список використаних джерел

1. Трибель С. О., Стригун О. О. Хімічний метод: успіхи–проблеми–перспективи. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 58. С. 263–276.
2. Федоренко А. В. Алгоритми прогнозування динаміки чисельності хлібних жуків. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 5. С. 25–26.

3. Федоренко А. В. Хлібні жуки – загроза триває. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 4. С. 5.

4. Байдик Г.В., Білецький Є.М., Білик М.О., Євтушенко М.Д., Захаренко О.В., Литвинов Б.М. Сільськогосподарська ентомологія. Київ «Вища освіта» 2015. С 64–66.

5. 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. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-8

6. Хлібний жук – кузька. URL: [https://lnzweb.com/pests/Anisoplia\\_austriaca\\_Herbs](https://lnzweb.com/pests/Anisoplia_austriaca_Herbs) (дата відвідування 21.09.2023 р.)

7. Жук хлібний. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Жук\\_хлібний](https://uk.wikipedia.org/wiki/Жук_хлібний) (дата відвідування 22.09.2023 р.)

8. Писаренко В.М., Піщаленко М.А., Поспелова Г.Д., Горб О.О., Коваленко Н.П., Шерстюк О.Л. Інтегрований захист рослин. Полтава 2020. С. 77–90.

**Максим ГОЙ<sup>7</sup>,**  
Студент 4-го курсу,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР**

***Анотація.** Розглянуто питання продовольчої безпеки держави, яка є одним з пріоритетних складових національної безпеки, що обумовлюється стратегічною вагомістю зернобобової продукції. Виходячи з цього, виникає необхідність оцінки стану виробництва зерна бобових та моніторингу світових тенденцій щодо цієї галузі. Досліджено фактори, які впливають на обсяги та структуру виробництва. Розглянуто можливості одержання зерна основних зернобобових культур із високими показниками якості. За результатами дослідження виявлені аспекти, на які слід орієнтуватися при визначенні подальшого вектора розвитку технології виробництва та зберігання зернобобових культур. Розглянуто основні показники якості зерна зернобобових та способи їх формування залежно від вибору насіння обробітку ґрунту, збору врожаю та його зберігання. Впровадження у практику господарювання результатів дослідження буде сприяти підвищенню рейтингу країни на світовому ринку зерна, а також дасть можливість ефективному*

---

<sup>7</sup>Науковий керівник: доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Панцирева Г.В.

управлінню розвитком зернобобового виробництва на регіональному і національному рівнях та у сільськогосподарських підприємствах.

***Annotation.** The issue of food security of the state, which is one of the priority components of national security, determined by the strategic importance of grain and leguminous products, is considered. Based on this, there is a need to assess the state of leguminous grain production and monitor global trends in this field. Factors influencing the volume and structure of production were studied. The possibilities of obtaining grain of the main leguminous crops with high quality indicators were considered. Based on the results of the research, aspects were identified that should be focused on when determining the further vector of development of the technology of production and storage of legumes. The main indicators of grain quality of legumes and methods of their formation depending on the choice of seeds, tillage, harvest and storage are considered. Implementation of the results of the research into business practice will contribute to increasing the country's rating on the world grain market, and will also provide an opportunity for effective management of the development of grain and legume production at the regional and national levels and in agricultural enterprises.*

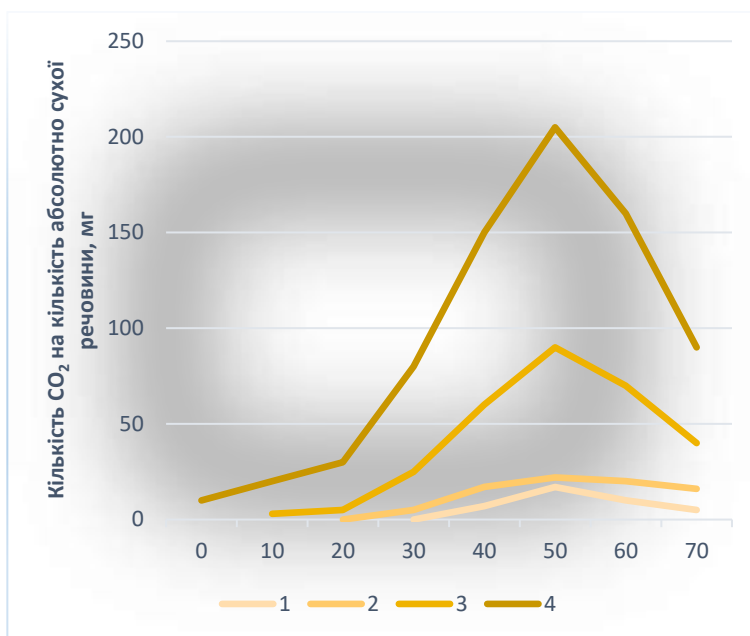
**Вступ.** Природно-кліматичні умови та природна родючість земель України сприяють вирощуванню всіх зернобобових культур, забезпечуючи отримання значних обсягів високої якості зерна, спроможних не тільки покрити внутрішні потреби але й експортувати. З огляду на це подальший розвиток галузі вимагає перегляду ряду позицій щодо технічно-технологічних, організаційно-економічних складових вирощування зернобобових. Зернобобові культури, такі як соя, горох, нут, квасоля відіграють важливу роль у сільському господарстві і харчовій промисловості [1]. Їх зерно містить велику кількість білків, олії, вуглеводів і вітамінів, що робить їх цінними для харчової та технічної переробки [2]. Для забезпечення високої якості зерна зернобобових культур важливо вимірювати та контролювати різні показники їх якості. Формування показників якості зерна зернобобових культур є одним із важливих завдань для аграрних виробників, оскільки дані показники впливають на ціну продукції та її використання у різних галузях харчової та переробної промисловості [3].

**Виклад основного змісту.** Умовно показники якості зерна зернобобових культур поділяють на три групи: фізичні, біохімічні, технологічні [4]. До фізичних належать: маса 1000 зерен, вирівняність, колір і запах зерна та деякі ін. Біохімічні показники характеризують харчову цінність зерна: вміст білка, його фракційний та амінокислотний склад, кількість вітамінів. До технологічних належать такі показники якості, що забезпечують отримання високоякісної продукції [5].

Вологість зерна є одним з головних показників якості. Звичайно, вологість повинна відповідати стандартам для конкретної культури та типу використання. Для зернобобових вона становить 15%. Щоб визначити вологість використовують спеціальні прилади – гігрометри або інфрачервоний аналізатор вологості. Висока вологість може спричинити загнивання та

псування зерна, тоді як низька вологість може призвести до втрати ваги та зменшення врожайності [1].

Для підвищення стійкості зерна під час зберігання його потрібно після збирання просушити і якнайшвидше видалити з нього всі фракції зерна й домішки з підвищеною інтенсивністю дихання (рис. 1), що здійснюється у процесі очищення та сортування. Виділені фракції зерна пониженої якості переробляють на комбікорм або зберігають окремо [2].



*Рис. 1. Збільшення інтенсивності дихання зерна при різній його вологості: 1 – 14 %; 2 – 16 %; 3 – 18 %; 4 – 22 %*

Розмір та форма зерна можуть варіюватися в залежності від сорту та умов вирощування. Вони можуть впливати на використання зерна в харчовій або переробній промисловості. Розмір зерна можна виміряти за допомогою спеціальних ґрадових сіток або калібраторів [2].

Вміст білка є важливим показником для зернобобових культур, таких як соя та горох. Високий вміст білка робить дані культури цінними для виробництва білкових продуктів і кормів та концентратів. Високий вміст білка забезпечує високу якість продукції. Вимірювання вмісту білка може виконуватися хімічними методами або інфрачервоним спектроскопією [3].

Вміст олії є важливим показником для культур, таких як соя та ріпак. Олія може використовуватися для виробництва різних продуктів, включаючи рослинну олію та біодизель [6]. Якість олії визначають як органолептичними методами, так і інструментальними (кислотне і йодне число, число омилення). Важливими ознаками олії, що характеризують її якість, є запах, колір і прозорість. Харчова олія повинна бути цілком прозорою, мати світло-жовтий колір та характерний запах. Олію вважають прозорою, якщо вона не мутна. Однією з ознак якості олії є кількість відстою (нежирних домішок). Деякі зернобобові культури, такі як кавовий горох, мають унікальний смак і аромат, які впливають на їхню якість. Оцінка цих характеристик може бути



суб'єктивною і залежить від смакових властивостей, але зерно не повинно мати сторонніх запахів яких воно може набути у складських приміщеннях.

Якість зерна може погіршуватися через забруднення та домішки, такі як стебла, камені, пісок тощо. Для видалення цих домішок використовують сортувальні машини та магнітні сепаратори.

Виходячи з цих показників потрібно регулярно виконувати моніторинг та контроль якості зерна (табл.1). Це допоможе вчасно виявити будь-які проблеми та приймати відповідні заходи. Збір та аналіз показників якості зерна важливий для визначення його ціни на ринку та використання в різних галузях господарства та промисловості. Формування даних показників може вимагати використання спеціального обладнання та хімічних аналізів, а також дотримання встановлених стандартів та нормативів [2].

**Таблиця 1.**

**Показники якості зерна зернобобових культур**

Культури	Вода	Білок	Крохмаль	Жир	БЕР	Сира клітковина	Зола
Горох	10-15	16-35	20-46	1,3-1,5	48-55	3,0-6,0	2,0-3,1
Сочевиця	12-14	25-34	47-60	1,3-1,4	48-55	3,5-4,0	2,0-2,5
Квасоля	12-15	22-30	50-56	2,0-2,3	45-52	5,0-5,5	2,5-3,0
Чина	12-14	25-34	24-25	1,0-1,2	45-50	4,0-5,4	2,5-3,0
Нут	12-14	25-34	47-60	7,0-7,3	48-53	4,0-5,4	2,5-3,0
Кормові боби	10-14	25-35	50-55	1,0-1,3	46-54	3,4-6,0	2,6-4,3
Соя	14-16	30-60	22-34	13-26	19-30	1,1-2,9	4,5-6,8
Люпин білий	14-18	30-48	18-39	3,6-14	18-21	11-18	2,5-4,0

*Джерело: сформовано на основі джерела [1, 7]*

Підвищення якості зерна зернобобових культур може бути досягнуто за допомогою правильного агротехнічного догляду та обґрунтованих культурних методів. Необхідно обирати сорти зернобобових культур, які характеризуються високою якістю та відповідають вашим потребам. Різні сорти можуть мати різні показники якості, такі як вміст білка та олії, розмір та форма зерна. Перед посівом потрібно визначити оптимальну густоту посіву для культури. Зависока або занижена густина може впливати на розвиток рослин та розмір зерна.

Упродовж вегетаційного періоду проводимо заходи для забезпечення зернобобовим культурам відповідні ґрунтові умови. Перед посівом важливо провести аналіз ґрунту та, відповідно до результатів, внести необхідні добрива та поправки. Також важливо враховувати розміщення культур у сівозміні для збереження якості ґрунту. Забезпечення рослинам відповідного догляду, включаючи регулярний полив, внесення добрив та захист від хвороб і шкідників проявить якісні показники. Варто не забувати ретельно дотримуватися рекомендацій щодо обробки рослин засобами захисту.

Зернобобові культури можуть бути чутливі до погодних умов. Посів необхідно, здійснювати, враховуючи кліматичні особливості регіону. Важливим елементом є правильний збір та зберігання зерна, які забезпечують

його якість та відповідність стандартам. Зерно повинно бути зібране вчасно та зберігатися при відповідних температурних режимах.

**Висновок.** На сучасному етапі розвитку зернового господарства важливим завданням є підвищення врожайності зернобобових культур, поліпшення якості зерна, одночасно із зниженням матеріальних, трудових і фінансових витрат на виробництво одиниці продукції. Тому створення і удосконалення ресурсо- та енергоощадних технологій вирощування зернобобових культур, з високим рівнем адаптивності для конкретних умов вирощування – досить важливе питання для агропромислового виробництва України і вимагає невідкладного вирішення.

### Список використаних джерел

1. Мазур В.А., Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на урожайність і якість зерна люпину білого в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство і лісівництво*. 2017. Вип. № 7. Т 1. С. 27-36.

2. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. №18 С. 5-17.

3. Мазур В.А., Панцирева Г.В. «Рід *Lupinus L.* в Україні: генофонд, інтродукція, напрями досліджень та перспективи використання». ВНАУ. 2020. С. 235.

4. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Дідур І.М., Прокопчук В.М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація у сільськогосподарське виробництво. ВНАУ. 2018. С. 231.

5. Панцирева Г.В. Дослідження сортових ресурсів люпину білого (*Lupinus albus L.*) в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. Вип. № 4. С. 88-93.

6. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(5). P. 54-61. DOI: 10.15421/2020\_206

7. Мазур В.А., Гончарук І.В., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур, монографія. Вінниця: ВНАУ. 2021. 180 с.

**Яна ГОНЧАРУК<sup>8</sup>,**  
студентка 3 курсу,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ФОРМУВАННЯ ТА ОБРІЗУВАННЯ ВІСЕПОДІБНОЇ КРОНИ ТА КРОНИ «БІ-БАУМ»**

***Анотація.** У статті проаналізовано техніку формування та обрізування крони дерев яблуні та груші за типом «французька вісь» та «бі-баум». Виокремлено, що вісеподібну крону, яка є модифікацією стрункого веретена, доцільно застосовувати у більш загущених яблуневих садах на карликових підщепах – з відстанями між деревами у ряду 0,6-1,5 м. Встановлено, що для формування вісеподібної крони у загущених насадженнях найбільш придатними є високоякісні саджанці з достатньо великою кількістю відносно коротких гілок у кроні з генеративними бруньками на кінцях, які відходять під широкими (тупими) кутами відходження від провідника, зокрема типу «кніп-баум». За таким способом легше формуються сорти (клони) яблуні, які плодоносять на 1- 2-річних гілках – Айдаред, Віста Белла, Гала, Голден Делішес, Джерсімак, Джестер, Джонаголд, Катя, Кортланд, Пауларед, Ренет Симиренко, Чемпіон. Мало придатні для такого формування сорти Алва, Боскопська Красуння, Лобо, Мелроуз, Ред Делішес. Визначено, що за відсутності після садивного обрізування саджанці важче приживлюватимуться, тому їм необхідно забезпечити ретельний догляд принаймні в першу половину вегетації, зокрема краплинне зрошення, або періодичні поливи та мульчування ґрунту гноєм, тирсою, корою чи чорною плівкою.*

***Annotation.** The article analyzes the technique of forming and pruning the crown of apple and pear trees according to the «French axis» and «bi-baum» type. It was determined that the axe-shaped crown, which is a modification of the slender spindle, should be used in denser apple orchards on dwarf rootstocks – with distances between trees in the range of 0.6-1.5 m. It was established that for the formation of an axe-shaped crown in thickened plantations, there are high-quality seedlings with a sufficiently large number of relatively short branches in the crown with generative buds at the ends, which depart at wide (obtuse) angles from the conductor, in particular of the «knip-baum» type. By this method, it is easier to form varieties (clones) of apple trees that bear fruit on 1-2-year-old branches – Idared, Vista Bella, Gala, Golden Depishes, Jersimak, Jester, Jonagold, Katya, Kortland, Paulared, Renet Simyrenko, Champion. Alva, Boskopska Krasunnya, Lobo, Melrose, Red Delicious varieties are not suitable for such formation. It was determined that in the absence of post-plant pruning, it will be more difficult for seedlings to take root, so it is necessary to provide them with careful care at least in the first half of the*

---

<sup>8</sup>Науковий керівник: доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Панцирева Г.В.

*growing season, in particular drip irrigation, or periodic watering and mulching of the soil with manure, sawdust, bark or black film.*

**Вступ.** Крона типу «французька вісь» була запропонована у Франції. Її там рекомендують для яблуні, груші і персика. Вісеподібну крону, яка є модифікацією стрункого веретена, доцільно застосовувати у більш загущених яблуневих садах на карликових підщепах – з відстанями між деревами у ряду 0,6-1,5 м, а також в насадженнях на напівкарликових підщепах з 1,5-2 метровими відстанями в ряду. Її початкове формування на кронуваннях саджанцях здійснюється переважно без застосування секатора [1].

За необхідності гілки у кронуваннях саджанців відгинаються до пониклого положення (саджанці типу «кніп-баум» цього не потребують), а некронувані саджанці «на крону» не зрізують. Це спричинює раннє плодоношення і радикально ослаблює характер росту дерева, вимагає менших затрат на формування. Для формування вісеподібної крони у звгущених насадженнях найбільш придатними є високоякісні саджанці з достатньо великою кількістю відносно коротких гілок у кроні з генеративними бруньками на кінцях, які відходять під широкими (тупими) кутами відходження від провідника, зокрема типу «кніп-баум». Доброякісні некоронувані саджанці теж можна використати для створення насаджень такого типу, хоча результати будуть дещо гірші [2].

За таким способом легше формуються сорти (клони) яблуні, які плодоносять на 1- 2-річних гілках – Айдаред, Віста Белла, Гала, Голден Депішес, Джерсімак, Джестер, Джонаголд, Катя, Кортланд, Пауларед, Ренет Симиренко, Чемпіон. Мало придатні для такого формування сорти Алва, Боскопська Красуння, Лобо, Мелроуз, Ред Делішес. Слід підкреслити, що за відсутності після садивного обрізування саджанці важче приживлюватимуться, тому їм необхідно забезпечити ретельний догляд принаймні в першу половину вегетації, зокрема краплинне зрошення, або періодичні поливи та мульчування ґрунту гноєм, тирсою, корою чи чорною плівкою [3-4].

**Виклад основного змісту.** Сформовані дерева повинні мати штамп висотою 50-80 см, сильний центральний провідник заввишки 2,5-3 м і бічні, рівномірно розміщені на стовбурі плодоносні гілки не старше трирічного віку з великими кутами відходження. Систематичним відновлюючим обрізуванням у кроні залишають лише значно тонші від провідника бічні гілки, які за діаметром у місці відходження не перевищують третини чи половини товщини провідника (вісі). Залежно від схеми садіння дерев, крона має контур вісі з шириною від 0,6 до 1,5 м, де багаторічною (більше 3-х років) частиною дерева є тільки сильний провідник [1-3].

Нерозгалужені однорічки «на крону» не зрізують, однак видаляють усі можливі галузнення в зоні штамбу до висоти 60-80 см над поверхнею ґрунту. У випадку садіння однорічок з поодинокими розгалуженнями в зоні кронування, слабкі залишають без обрізування, а сильні видаляють чи відгинають до прониклого стану, стежачи, щоб вісь відігнутої гілки була спрямована до основи штамбу сусіднього дерева. Якщо ж бічна гілка в місці відходження

перевищує половину товщини провідника і є його конкурентом, її видаляють на косий (його ще називають «югославським») сучок (пеньок).

Після набубнявіння бруньок на стовбурі саджанця їх обов'язково видаляють у зоні штамбу, ошмигуючи до висоти не менше 60 см над рівнем ґрунту. Ця операція сприяє отриманню сильного штамбу. Якщо саджанці підсушені під час транспортування або мають виламані бруньки під час викопування у розсаднику, їх необхідно укоротити до висоти 1 м над поверхнею ґрунту. Для стимулювання утворення бічних пагонів над нижнім бруньками в зоні майбутньої крони іноді роблять надрізи (кербування). Кроновані одно- та двохрічні саджанці потребують видалення усіх розгалужень в зоні штамбу до висоти 60-80 см над поверхнею ґрунту та вирізування «на кільце» чи «косий сучок» бічних гілок, що у місці їх відходження перевищують половину товщини провідника [3-4].

Сильні бічні гілки у кроні з невідповідними кутами відходження відгинають до прониклого стану, а в разі неможливості відігнути- вирізують. Двохрічні саджанці типу «кніп-баум», за необхідності, потребують тільки видко плідн обрізування. Вирізують можливі галуження в зоні штамбу і видаляють занадто товсті гілки, які конкурують з центральним провідником відповідного догляду у дерев, висаджених якісними нерозгалуженими однорічками, впродовж вегетації утворюється декілька коротких бічних пагонів з верхівковими генеративними бруньками; кроновані саджанці теж матимуть слабкі прирости з генеративними (плодовими) бруньками на кінцях. Внаслідок підмерзання чи пошкодження верхівкової бруньки на провіднику у верхній частині крони можливе утворення пагонів з гострими кутами відходження. У червні їх необхідно видалити (виламати) із досягненням 15-сантиметрової довжини, або укоротити [3].

При формуванні крони застосування секатора обмежують до необхідного мінімуму й активно ведуть відгинання бічних гілок, стежачи, щоб вісь відігнутої гілки була спрямована до основи штамбу сусіднього дерева. Бічні гілки у кроні та провідник після садіння дерев, як правило, не укорочують на сучки завдовжки 1-2 см. Нижче з'являться нові пагони, які матимуть тупі кути відходження від стовбура. Майбутній провідник, звичайно, залишають рости вільно. У серпні окремим вертикально розташованим гілкам надають прониклого стану шляхом підв'язування, слідкуючи, щоб вісь відігнутої гілки була спрямована до основи штамбу сусіднього дерева. За умови використання саджанців типу «кніп-баум» восени першого року вегетації є можливість отримати до 10 т/га урожаю. Але отримання високих врожаїв першого року від садіння саджанців у сад скорочує продуктивний період дерев на карликових підщепах [5].

При використанні якісного садивного матеріалу весною другого сезону вегетації роботи по формуванню в саду майже немає. З початку сокорухи окремим вертикальним гілкам надають прониклого вигляду шляхом підв'язування, якщо цього не зроблено у серпні минулого року. При цьому стежать, щоб вісь відігнутої гілки була спрямована до основи штамбу сусіднього дерева. У дерев із саджанців типу «кніп-баум» виконувати

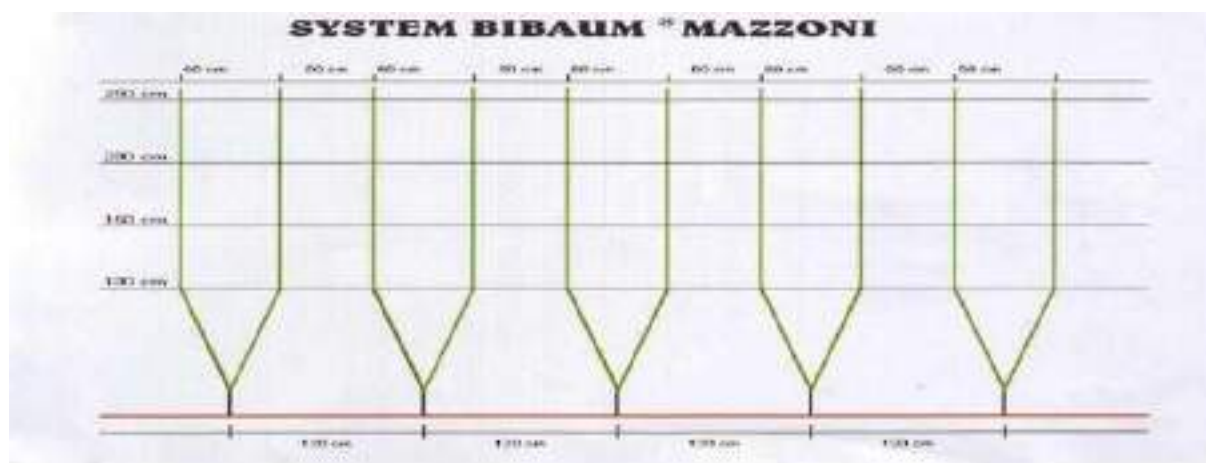
відгинання зазвичай немає потреби. Видаляють занадто товсті гілки та ті, що мають гострі кути відходження. За необхідності у дерев з інтенсивним ростом конкуренти провідника слід видалити після цвітіння. Пагін продовження провідника не укорочують [5].

У середині-кінці червня виламують найближчі до провідника конкуренти у верхній частині крони, залишивши неушкодженим пагін подовження провідника. Це сприяє утворенню на провіднику коротких бічних пагонів з верхівкою генеративною брунькою. Використовуючи високоякісний кронований садивний матеріал («кніп-баум») і надаючи догляд належний на другий рік можна досягнути урожаю 10-20 т/га [2-3].

Літнє обрізування виконують для кращого освітлення сформованих крон і покращення забарвлення плодів. Для цього у другій половині літа (серпень) у верхній частині крони видаляють сильнорослі вертикальні пагони – «вовчки», проріджують прирости у місцях їх надмірного загушення. На 2-3 річних гілках вирізують вертикально розташовані пагони та занадто сильні кінцеві прирости.

Піллер (пілляр) відноситься до колоноподібних крон і складається з центрального провідника, на якому розміщуються обростаючі галузнення – плодові ланки з 1-3-річних гілок, подібно до вісеподібної крони. Напівскелетних гілок у даній кроні не формують. Плодоносні гілки регулярно поновлюються. Колоноподібну крону застосовують у карликових садах з великим (до 5-6 тис. дерев на 1 га) загушенням дерев [2].

Для підготовки дерев з кронею «бі-баум» (Vibaum) у розсаднику здійснюють окулірування підщепи одним вічком з послідовним формуванням двох рівноцінних стовбурів або двома вічками з двох сторін, але обов'язково так, щоб бруньки перебували по лінії ряду. І, залежно від сили росту сорту, вирощують саджанці зі шпалерою або без неї. Обидва провідники рівноцінні як за висотою, так і за діаметром [3].



*Рисунок 1. Схема формування крони «бі-баум».*

Кожен з них має 3-4 розгалуження завдовжки близько 15-20 см. На цих пагонах закладаються квіткові бруньки. Дана технологія формування запатентована, а виконання її трохи дорожче звичайної лідерної крони, однак при такій технології саджанці мають велику площу для утворення додаткових розгалужень, на яких вже у рік садіння можна отримати перший урожай.

Оптимальне розміщення досягається за рахунок збільшення відстані в ряду порівняно із звичайною веретеноподібною кроною приблизно на 20% (1,00-1,20 м) [5].

Vibaum® утворює плоску плодову стіну, тому в залежності від застосовуваної садової техніки можна зменшувати ширину міжрядь, тим самим збільшивши кількість дерев на гектарі. Обидва провідники в такому формуванні вимагають надійної опори. Дуже добре, якщо є можливість пустити уздовж ряду 3-4 шпалери на різній висоті. Найнижчу треба натягувати на висоті 1,0-1,2 м.

Формування і обрізування дерев з кроною типу Vibaum не вимагає великих зусиль і дуже просте у виконанні. Головне – у перші 1-2 роки вигнати обидва провідники до 2,5-3 м. За цей час по всій його довжині закладаються плоді утворення – основа майбутнього врожаю. У таких садах можна застосовувати механізоване обрізування. Позитивні моменти цієї технології в тому, що формування двох незалежних один від одного сильних провідників не призводить до надмірно інтенсивному росту дерева, а стимулює більш швидкий вступ у пору плодоношення, а це одна з першочергових цілей в інтенсивному саду. Практика показує, що завдяки конструкції Vibaum знижується періодичність плодоношення. До моменту викопування саджанців у вже повністю сформовано невелику кількість квіткових бруньок, чим і пояснюється їх 26відко плідність.

Конструкція крон за типом Vibaum дозволяє отримати найбільш однорідні, забарвлені плоди внаслідок оптимального світлового режиму. Завдяки цьому зростає прибуток від реалізації продукції. Збір плодів з таких дерев не складніший, ніж у звичайному інтенсивному саду.

**Висновок.** Аналізуючи наведені дані, можна припустити, що вирощування двопровідникових саджанців яблуні на клоновій підщепі, є досить перспективним методом інтенсифікації у сучасному садівництві. Перше втручання в структуру рослини, яке впливає на весь вегетативно-продуктивний період дерева, виконується на початковому етапі розвитку рослини, і покликане створити крону відповідної форми ще в розсаднику. Тому перед сучасним розсадництвом постає нове завдання – розробити ефективні технології вирощування двопровідникового садивного матеріалу відповідної якості. Оскільки розроблення нових та удосконалення існуючих технологій вирощування двопровідникових саджанців яблуні мають на меті створення потужного інструменту для розвитку вітчизняного розсадництва і, як наслідок, плідництва, то такі технології покликані вирішити проблему збалансованого та рівномірного розвитку обох провідників, одночасно забезпечуючи достатню висоту саджанця та утворення коротких плодкових гілок у кроні.

### Список використаних джерел

1. Куян В.Г. Плідівництво. Житомир: «Житомирський національний агроекологічний університет». 2009. 479 с.
2. Vibaum fruit tree with two equivalent leaders. *European Fruit Magazine*. 2022. №5. Р. 18-19.

3. Мельник О.В. Перспективи мульти-провідникових дерев. *Новини садівництва*. 2017. №1 (95). С. 30.

4. Dallabetta N. Effect of training systems and pruning methods on fruit quality in apple: *Doctoral dissertation*. 2014. № 5. P. 87-88.

5. Jajo A. Impact of tree training system, branch type and position in the canopy on the ripening homogeneity of Abbé Fétel pear fruit. *Tree genetics & genomes*. 2014. Vol. 10. №5. P. 1477-1488.

6. Pansyryeva H.V., Myalkovsky R.O., Yasinetska I.A., Prokopchuk V.M. Productivity and economical appraisal of growing raspberry according to substrate for mulching under the conditions of podilia area in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P 210-214. DOI: 10.15421/2020\_33

**Андрій ГРИГОРУК<sup>9</sup>,**

Студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### **КУКУРУДЗЯНА ЛИСТЯНА СОВКА (*SPODOPTERA FRUGIPERDA* SMIT.)**

**Анотація.** Кукурудзяна листяна совка (*Spodoptera frugiperda* Smit.), є високо деструктивним шкідником, який становить значну загрозу світовому сільському господарству. У цій статті надається всебічний огляд *S. Frugiperda*, обговорюються його таксономія, життєвий цикл, економічний вплив, стратегії управління та необхідність сталих заходів контролю шкідників. Розуміння цього відомого шкідника є важливим для забезпечення продовольчої безпеки та сталого сільського господарства.

**Annotation.** The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* Smit.), is a highly destructive insect pest that poses a significant threat to global agriculture. This article provides a comprehensive review of *S. Frugiperda*, discussing its taxonomy, life cycle, economic impact, management strategies, and the need for sustainable pest control measures. Understanding this notorious pest is essential for food security and sustainable agriculture.

**Вступ.** Кукурудза є однією з ключових культур у світовому сільському господарстві, яка важлива для харчування людей та виробництва кормів для тварин. Різні комахи-шкідники, включаючи Кукурудзяну листяну совку (*Spodoptera frugiperda* Smit.) можуть завдати серйозної економічної шкоди та втрати врожаю кукурудзи.

---

<sup>9</sup>Науковий керівник: канд. с-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.



*Spodoptera frugiperda* Smit., відома як кукурудзяна листяна совка, представляє собою важливу наукову та сільськогосподарську проблему. Цей шкідник, походженням з тропічних і субтропічних регіонів Америки, набув великої популярності завдяки своєму знищувальному впливу на широкий спектр сільськогосподарських культур у всьому світі. Загроза, яку він становить для світового сільського господарства, робить його об'єктом вивчення для науковців та фахівців з управління шкідниками.

Ця наукова стаття пропонує глибокий огляд *Spodoptera frugiperda* Smit., включаючи таксономію, життєвий цикл, економічний вплив на сільське господарство, засоби захисту та важливість прийняття сталих заходів для контролю цього шкідника. Розуміння цієї проблеми є ключовим для забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку сільського господарства у світі.

**Виклад основного матеріалу.** Кукурудзяна листяна совка (*Spodoptera frugiperda* Smit.) належить до ряду лускокрилі або метелики – Lepidoptera, родини Noctuidae, і тісно пов'язаний з іншими видами *Spodoptera*.

Метелики кукурудзяної совки мають розмах крил від 32 до 40 мм. Довжина одного крила 10,5–15 мм. У самців передні крила, як правило, сірого та коричневого кольору, з короткими поздовжніми штрихами на жилці та між жилками, також розташована пляма сірого кольору. Невелику ділянку з білими лусочками є на стику жилок. Передні крила самиць менш чітко виражені. Задні крила райдужні, сріблясто-білого кольору з вузькою темною облямівкою.



**Рис.1** Кукурудзяна листяна совка

**Життєвий цикл та біологія.** Життєвий цикл листяної кукурудзяної совки завершується протягом 30 днів влітку та 60 днів у весняний і осінній сезони; взимку життєвий цикл цих гусениць триває приблизно від 80 до 90 днів. Кількість поколінь молі за рік залежить від клімату, але протягом свого життя самка зазвичай відкладає близько 1500 яєць. Оскільки личинки не можуть увійти в діапаузу, вони не можуть вижити при низьких температурах.

**Фаза яйця.** Яйце листяної кукурудзяної совки має куполоподібну форму і має розміри 0,4 міліметра у діаметрі та 0,3 міліметра у висоту. Самиці воліють відкладати яйця на нижній стороні листя, але у великих популяціях вони відкладають їх практично скрізь. У теплу погоду з яєць вилуплюються личинки протягом кількох днів.

Фаза личинки. Личинки проходять шість різних стадій , кожна з яких дещо відрізняється за зовнішнім виглядом і структурою. Процес розвитку личинок триває від 14 до 30 днів, знову ж таки в залежності від температури. Зріла гусениця приблизно (38–51 мм) у довжину. Це найбільш руйнівний життєвий етап, оскільки личинки мають гризучий тип ротового апарату . Личинки мають характерний перевернутий Y шов на лобі.



*Рис. 2 Гусінь кукурудзяної листкової совки*

Фаза лялечки. Потім личинки заляльковуються під землею протягом 7–37 днів у коконі, який вони утворюють із ґрунту та шовку. Тривалість і виживання стадії лялечки залежать від температури навколишнього середовища.



*Рис. 3 Лялечка кукурудзяної листяної совки*

Фаза дорослої комахи. Після появи дорослі особини живуть близько 10 днів, а іноді до 21 дня, причому самиця відкладає більшість своїх яєць на початку життя. Дорослі особини ведуть нічний спосіб життя і найкраще почуваються теплими та вологими ночами.



*Рис. 4 Доросла комаха кукурудзяної листяної совки*

Живлення кукурудзяної листяної совки складається переважно з трав і зернових культур, таких як кукурудза, але було помічено, що цей вид споживає понад 80 різних рослин (50 неекономічних і 30 економічних рослин). Кілька сортів солодкої кукурудзи мають часткову, але не повну стійкість до личинок.

Стійкість походить від унікальної 33-кД протеїнази, яку кукурудза виробляє, коли нею харчується кукурудзяна совка або інші личинки. Було виявлено, що цей білок значно зменшує ріст личинок падалиці.

Канібалізм. Коли це можливо, личинки канібалізують личинок менших вікових стадій. Дослідження 2020 року показало, що канібалізм приносить користь гусениці лише тоді, коли іншої їжі не вистачає. Незважаючи на це, гусениці будуть канібалізувати інших за будь-якої можливості, навіть якщо це в багатьох випадках знижує їхню власну придатність до життя.



*Рис. 5 Пошкодження кукурудзи гусінню кукурудзяної листяної совки*

Однією з відомих причин, чому канібалізм згубний для кукурудзяної листкової совки, є передача хвороб канібалу. У природі негативні наслідки канібалізму можуть бути збалансовані тим, що канібалізм усуває конкурентів, тим самим роблячи більше ресурсів доступними і опосередковано підвищуючи пристосованість листкової совки.

Економічний вплив. Економічний вплив кукурудзяної листяної совки величезний і поширюється на широкий спектр культур, включаючи кукурудзу, сорго, рис, цукрову тростину, бавовну та різні овочеві культури. Втрати врожаю внаслідок інфестацій можуть сягати до 70%, що серйозно впливає на продовольчу безпеку та економічну стабільність в затронутих регіонах. Економічні втрати ще більше поглиблюються витратами на засоби контролю шкідників.

**Заходи захисту.** Заходи забезпечення захисту рослин восени включають в себе обробіток ґрунту між рядками та в прикореневій зоні. Розпушення ґрунту важливе під час заляльковування гусениць першого покоління. Якщо виявлено, що совки завдали шкоди більш як 20–25% листя, рекомендується використовувати інсектициди або біопрепарати для обприскування дерев. Серед ефективних препаратів сучасного застосування варто відзначити Протеус.

Виклики та перспективи майбутнього. Швидке поширення кукурудзяної листкової совки, спільно з її здатністю розвивати стійкість до засобів контролю, підкреслює потребу в міжнародному співробітництві при спостереженні та управлінні цим шкідником. Дослідження генетичних та молекулярних механізмів, які лежать в основі стійкості до засобів контролю, є критичними для

розробки сталих стратегій боротьби із цим небезпечним шкідником. Крім того, зміна клімату може вплинути на поширення та поведінку шкідника, підкреслюючи важливість адаптивних практик управління.

**Висновок.** Кукурудзяна листяна совка (*Spodoptera frugiperda* Smit.), є серйозною загрозою для світового господарства, з потенціалом завдати великих економічних втрат та підірвати продовольчу безпеку. Розуміння його біології, життєвого циклу та стратегій управління є важливим для зменшення його впливу і забезпечення сталого сільського господарства. Спільні дослідження, інтегроване управління шкідниками та інноваційні технології відіграють ключову роль у вирішенні проблем, які викликає цей відомий шкідник.

### Список використаних джерел

1. Совка кукурудзяна листова. Режим доступу: веб-сайт. URL : [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Fall\\_armyworm](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Fall_armyworm) ( дата звернення:23.09.2023)
2. Кукурудзяна совка – опис та перелік інсектицидів від шкідника. Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-luskokrili-lepidoptera/kukurudzyana-sovka-id16701> ( дата звернення: 23.09.2023)
3. Кукурудзяна листяна совка. Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-luskokrili-lepidoptera/kukurudzyana-listyana-sovka-id20382> ( дата доступу 23.09.2023)
4. Ashley, T. R. (2019). Classification and Distribution of Fall Armyworm Parasites. The Florida Entomologist. 62 (2): 114–123.
5. Vaughn, J. L.; Goodwin, R. H.; Tompkins, G. J.; McCawley, P. 2018. The establishment of two cell lines from the insect *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera; Noctuidae). In Vitro. 13 (4): 213–217.

**Тетяна ДЕШЕВА<sup>10</sup>,**

Студентка 4 курсу денної форми навчання,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет,  
Вінниця, Україна.

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПІСЛЯСХОДОВИХ ГЕРБІЦИДІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

**Анотація.** У статті досліджено вплив різнокомпонентних післясходових гербіцидів із широким спектром дії на забур'яненість посівів і врожайність зерна кукурудзи в умовах Лісостепу Правобережного. В результаті дослідження було встановлено, що у посівах кукурудзи на зерно за кількістю та сирою масою переважали злакові однорічні бур'яни, другу позицію посіли

---

<sup>10</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Вергелес Павло.

дводольні малорічні, а третю – дводольні багаторічні види. Виявлено зниження технічної ефективності післясходових гербіцидів за високих середньодобових температур повітря в період обробітку.

**Anotation.** *The article examines the impact of multi-component post-emergence herbicides with a wide spectrum of action on crop weediness and corn grain yield in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine. As a result of the research, it was established that cereal annual weeds prevailed in terms of quantity and raw weight of corn for grain crops, dicotyledonous perennials took the second place, and dicotyledonous perennial species took the third place. A decrease in the technical efficiency of post-emergence herbicides at high average daily air temperatures during the cultivation period was revealed.*

**Вступ.** За останні роки кукурудза займає все більш стійку позицію на світовому ринку зерна. У цій галузі природно-економічні умови України дозволяють не тільки забезпечити внутрішні потреби, але й значно підвищити її експортний потенціал. До війни продукція сільського господарства становила 40% всього українського експорт. Сьогодні частка кукурудзи у посівах культур зменшилась через блокування українських портів, та зниження цін на внутрішньому ринку. Підвищення собівартості вирощування, сушіння (зростання ціни на природний газ також має суттєвий вплив на тарифи) та доопрацювання продукції (живлення кукурудзи потребує внесення азотних добрив, які подорожчали на 50%) негативно вплинули на зменшення площ вирощування культури. В результаті, якщо станом на 2021 рік сільськогосподарські площі кукурудзи склали 5,4 млн гектар, то, згідно з даними державної служби статистики України, у 2022 році вони зменшилися до 4,5 млн гектар, тобто фактично на 17%. В цьому році площі посівів кукурудзи зменшилися до 3,4 млн гектар.

**Виклад основного матеріалу.** Однією з гострих проблем за вирощування кукурудзи на зерно є бур'яни [3, 5–7]. Кукурудза дуже чутлива до рівня забур'яненості. Результати досліджень Вергелеса П.М. і Ватаманюк О.В. свідчать про те що, в умовах вище середнього рівня забур'яненості за вегетацію кукурудзи винос елементів живлення сягає до 100 кг/га та до 1000 т/га продуктивної вологи за зниження урожайності в інтервалі від 35 до 60 % [1]. Таким чином сегетальна рослинність у посівах кукурудзи – істотний чинник зниження продуктивності її посівів [2]. Загальне зниження урожайності сучасних гібридів кукурудзи за середнього рівня забур'яненості може становити 23-42 % врожаю. Через це важливого значення набуває встановлення господарської ефективності гербіцидів, які застосовуються при вирощуванні цієї культури [1, 8].

Попередник в досліді – ячмінь ярий. Основний обробіток ґрунту здійснювали за типом поліпшеного зябу. Добрив не вносили. Передпосівна підготовка передбачала ранньовесняне боронування та 2 культивування. Висівали непротруєне насіння ранньостиглого гібрида Харківський 195 селекції Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, який довгий час використовується в гербологічних дослідженнях. Догляд за посівами в усіх варіантах включав 2-разовий міжрядний обробіток ґрунту. Досліджували

дозволені до використання в Україні післясходові гербіциди: римсульфурон, 23 г/кг + дикамба, 550 г/кг + + нікосульфурон, 92 г/кг / 440 г/га / Таск Екстра 66,5, ВГ; нікосульфурон, 500 г/кг + римсульфурон, 250 г/кг / 50 г/га / Тітус Екстра 75, ВГ; топрамезон, 50 г/л + дикамба, 160 г/л / 1,25 л/га / Стеллар, РК. Останній препарат був еталоном. Використовували максимально дозволені норми внесення препаратів, як показано вище, з метою повного контролювання чутливих видів бур'янів. Гербіциди вносили у фазі 4 – 5-ти листків у культурі. До препаратів римсульфурон + дикамба + нікосульфурон і нікосульфурон + римсульфурон додавали поверхнево активну речовину етоксилат ізодецилового спирту, 900 г/л / 0,2 л/га / Тренд 90, в.р., а до топрамезон + дикамба – мінеральне масло + + жирні спирти / 1,25 л/га / Метолат, к.е. Обліки бур'янів проводили двічі: перший (кількісний) – на початку вегетації культури (через 3–4 тижні після внесення гербіцидів); другий (кількісно-ваговий) – наприкінці вегетації (у фазі воскової стиглості культури).

У посівах кукурудзи на зерно впродовж 2022-2023 рр. виявлено 26 видів бур'янових рослин, які належали до 6-ти агробіологічних груп: ранні ярі (Лобода біла (*Chenopodium album* L.), Фалопія беззковидна (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), Чистець однорічний (*Stachys annua* L.), Гірчак розлогий (*Polygonum lapathifolium* L.), Ріпак ярий (*Brassica napus* L. oleifera), Гірчак звичайний, пташиний (спориш) (*Polygonum aviculare* L.), Гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.)); пізні ярі (Плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult.), Мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), Мишій зелений (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), Щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), Осот жовтий городній (*Sonchus oleraceus* L.), Паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), Калачики занедбані (*Malva neglecta* Wallr.), Нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.)); дворічні (Куколиця біла (*Melandrium album* (Mill.) Garcke), Люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), Липучка звичайна (*Lappula sguarrosa* (Retz.) Dumort.)); зимуючі (Талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), Фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), Злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.)); ефемери (Зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.)); коренепаросткові (Осот рожевий (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), Осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.), Березка польова (*Convolvulus arvensis* L.))

Було встановлено, що в посівах кукурудзи на зерно домінували злакові однорічні бур'яни за кількістю (за першого та другого обліку відповідно 84 і 83% від загальної кількості бур'янів) і за сирою масою (59% від загальної сирої маси бур'янів). Друге місце за кількістю та сирою масою займали дводольні малорічні бур'янові рослини, третє – дводольні багаторічні.

У середньому за 3 роки досліджень кількісно-видовий склад основних бур'янів, які разом становили 73% від загальної кількості бур'янових рослин наприкінці вегетації, налічував 6 видів: *Echinochloa crus-galli* (361,9 шт./м<sup>2</sup>), *Chenopodium album* (58,7 шт./ м<sup>2</sup>), *Setaria glauca* (32,2 шт./м<sup>2</sup>), *Amaranthus retroflexus* (22,0 шт./м<sup>2</sup>), *Melandrium album* (10,8 шт./м<sup>2</sup>), *Cirsium arvense* (9,2 шт./м<sup>2</sup>). Препарати римсульфурон + дикамба + нікосульфурон, нікосульфурон + римсульфурон і топрамезон + дикамба контролювали відповідно *Echinochloa*

*crus-galli* – на 68, 67 і 44%; *Chenopodium album* – 90, 15 і 93%; *Setaria glauca* – 71, 73 і 73%; *Amaranthus retroflexus* – 99, 96 і 97%; *Melandrium album* – 92, 69 і 84%; *Cirsium arvense* – на 19, 47 і 63%. Проаналізовані дослідження підтверджують дані інших науковців про слабкий контроль *Chenopodium album* (15%) препаратом нікосульфурон + римсульфурон. Водночас за отриманими в умовах Болгарії даними гербіциди римсульфурон + дикамба + нікосульфурон (380 г/га) і топрамезон + дикамба (1,0 л/га) були більш ефективними проти *Cirsium arvense* (відповідно 100 і 95%), ніж у даних дослідженнях.

У середньому за 3 роки досліджень наприкінці вегетації кукурудзи на зерно найкраще контролювання кількості та маси злакових однорічних бур'янів забезпечили римсульфурон + дикамба + нікосульфурон (відповідно 61 і 74%) і нікосульфурон + римсульфурон (61 і 75%), дводольних малорічних – римсульфурон + дикамба + нікосульфурон (87 і 99%) і топрамезон + дикамба (відповідно 90 і 99%). Дводольні багаторічні бур'яни найефективніше контролював препарат топрамезон + дикамба (за кількістю – 63%; сирою масою – 77%). Технічна ефективність гербіцидів римсульфурон + дикамба + нікосульфурон, нікосульфурон + римсульфурон і топрамезон + дикамба щодо загальної кількості бур'янів становила відповідно 65, 54 і 40%, а їх сирої маси – 80, 65 і 65%. Майже всі препарати доказово впливали на показники загальної кількості та сирої маси бур'янів наприкінці вегетації, і відповідно на урожайність кукурудзи. (табл. 1)

**Таблиця 1**

**Урожайність кукурудзи на зерно залежно від унесених післясходових гербіцидів (середнє за 2022–2023 рр.)**

Варіант	Урожайність зерна, т/га	Господарська ефективність гербіцидів, т/га
Контроль I (з бур'янами, без гербіцидів)	1,50	-
Контроль II (видалення бур'янів вручну, без гербіцидів)	5,22	3,72
Римсульфурон + дикамба + нікосульфурон	4,22	2,72
Нікосульфурон + римсульфурон	3,85	2,35
Топрамезон + дикамба (еталон)	3,86	2,36

**Висновок.** У посівах кукурудзи на зерно в умовах центрального Лісостепу України виявлено 26 видів бур'янів. Домінуючими були злакові однорічні бур'яни, друге та третє місце займали відповідно дводольні малорічні та багаторічні. Установлено, що серед післясходових гербіцидів у посівах кукурудзи найвищий контроль за бур'янами (їх кількістю та сирою масою відповідно на 61–65% та 80%) забезпечило застосування препарату римсульфурон + дикамба + нікосульфурон, що сприяло підвищенню врожайності зерна на 2,72 т/га.

### Список використаних джерел

1. Буткалюк Т.О., Вергелес П.М., Ватаманюк О.В. Забур'яненість посівів кукурудзи на зерно та ефективний її контроль в умовах дослідного поля ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 1 (8). С. 93–101.
2. Рожков А.О., Огурцов Є.М. Рослинництво. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017.
3. Зуза В.С., Гутянський Р.А. Поєднання фітоценотичного впливу культури та дії гербіциду на забур'яненість посівів кукурудзи і сої. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 2.
4. Задорожний В.С., Мовчан І.В. Бур'яни у посівах кукурудзи на зерно. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 2.
5. Зуза В.С., Гутянський Р.А. Ефективність Люмаксу в посівах кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 5.
6. Циков В.С., Ткаліч Ю.І., Бокун О.І. Продуктивність кукурудзи залежно від обробітку ґрунту і системи захисту від бур'янів у Північному Степу. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 8.
7. Ткаліч Ю.І. Ефективність використання ґрунтових та післясходових гербіцидів в агрофітоценозах кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 3.
8. Шевченко М.С., Ткаліч Ю.І., Шевченко О.М. та ін. Фітотоксична дія страхового гербіциду Стеллар у посівах кукурудзи. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. № 2. С. 24–32.

Дмитро ДОВГАНЬ<sup>11</sup>,  
студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ЗАХОДИ БОРТЬБИ З БОРЩІВНИКОМ СОСНОВСЬКОГО

***Анотація.** В даній статті наведено комплекс заходів, спрямованих на обмеження поширення і негативних наслідків цієї небажаної рослини. Борщівник Сосновського є інвазивним видом, походить із Кавказу та Середньої Азії, і може призвести до значних проблем екологічних та із здоров'ям людей. Заходи боротьби включають в себе механічні, біологічні та хімічні методи, такі як: вручну видалення рослин, використання хижаків та збудників хвороб, а також використання гербіцидів. Мета цих заходів — зменшити популяцію борщівника Сосновського, запобігти його розповсюдженню та зберегти природне середовище.*

***Annotation.** This article provides a set of measures aimed at limiting the spread and negative consequences of this unwanted plant. Borschivnik pine is an*

---

<sup>11</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Світлана Окрушко.



*invasive species, originating from the Caucasus and Central Asia, and can lead to significant ecological and health problems. Control measures include mechanical, biological and chemical methods such as manual removal of plants, the use of predators and diseases, and the use of herbicides. The purpose of these measures is to reduce the population of the pine tree, prevent its spread and preserve the natural environment.*

**Вступ.** Заходи боротьби з борщівником Сосновського націлені на стримування розповсюдження цього агресивного інвазивного виду. Ці заходи включають в себе різноманітні підходи: попереджувальні заходи, вручну видалення рослин, використання біологічних агентів (паразитичних комах та збудників хвороб), а також хімічні методи – з використанням гербіцидів. Мета полягає в збереженні екосистем, здоров'я людей та попередженні негативного впливу цього виду на природні ресурси.

**Виклад основного матеріалу.** Борщівник Сосновського був описаний радянськими вченими в кінці 1940-х років і поширювався як силосна культура в післявоєнний голод. Пізніше, через небезпеку для людини, його вирощування було припинено. Тим не менш борщівник Сосновського поширюється дуже швидко і продуктивно. Рослина має схильність до схрещування з рослинами роду *Heraculum* sp., що також може збільшити площу його поширення. В середньому, одна рослина дає близько 20 000 насіння. Небезпека рослини полягає в тому, що її сік фототоксичний – сік борщівника містить фотокумарини. За словами Шкляревської Ольги та Якимович Олени в статті «Стратегії боротьби з борщівником» фотокумарини підвищують чутливість шкіри до сонячного світла, а саме ультрафіолетового випромінювання, і викликають опіки у людини і тварин. У той же час випадки сильного сонячного опіку з численними пухирями до третього ступеня після короточасного контакту з рослиною були виявлені в лікувальних установах.

Аерозоль соку борщівника і його пилок може викликати фотохімічний дерматит з переважним ураженням верхніх і нижніх кінцівок [1].

Борщівник Сосновського є віолент, що пояснюється його високою конкурентною спроможністю, доволі сильним біологічним потенціалом займаючи домінуючу нішу в агрофітоценозах [7].

Для боротьби з борщівником застосовують механічні заходи (зрізання квітів, скошування, спалювання), агротехнічні заходи (перекопування, оранка, посадка), хімічні заходи (обробка гербіцидами) та затінення покривним матеріалом (чорна поліетиленова плівка або геотекстиль).

Для знищення борщівника на невеликих площах використовують обрізку квітів. Цей спосіб полягає в зрізанні квіток в момент сходів і початку цвітіння. Зрізати квіти потрібно обережно, щоб сік не розбризкувався і не отримати дерматози. Зрізані квіти необхідно знищити. Цей спосіб можна використовувати на будь-якій категорії земель.

Скошування борщівника проводиться до його цвітіння. Протягом сезону скошування проводиться кілька разів із інтервалом 3–4 тижні. Суть цього методу – не давати борщівнику утворювати нове насіння. Скошування

борщівника один раз у середині цвітіння сприяє погіршенню його розмноженню. Цей метод можна використовувати на землях будь-яких категорій.

Оранка застосовується на тих ділянках, де можна використовувати сільськогосподарську техніку. Протягом вегетаційного сезону оранка проводиться кілька разів. Першу оранку слід проводити відразу після збирання попередника. Його коріння краще підрізати плоскорізом. Глибина обробки по горизонту 5–10 см, але важливо зрізати точку росту борщівника на глибину 3–10 см, залежно від типу ґрунту та місцевих кліматичних умов. Після того, як рослини відросли від кореня, проводять другу оранку.

Щоб повністю його знищити лише цим методом, потрібно кілька років (залежно від кількості засіяних ним полів) проводити обробіток ґрунту від 2–3 років до 5–7 років.

Поле, яке заросло борщівником восени орати не можна так як це сприяє накопиченню залишків і тоді викорінення борщівників розтягнеться ще на кілька років [2].

Хімічний метод можна проводити на будь-якій категорії земель, але з урахуванням наявних обмежень щодо об'єктів.

Не допускається застосування будь-яких пестицидів на території дитячих, спортивно-оздоровчих, медичних закладів, шкіл, підприємств громадського харчування та торгівлі харчовими продуктами, в межах водоохоронних зон річок, озер та водосховищ, у безпосередній близькості до повітрязбірних пристроїв [3].

Найкраще застосування комплексного методу боротьби з борщівником (де це можливо), що включає як хімічні, так і механічні способи [2].

Для контролю популяції борщівника використовується такі гербіциди: Агрітокс, Торнадо, Гліфоган, Ураган Форте 500 СЛ, Клінік Макс, Отаман, Раундап Макс, Рауль, Аргумент, Клінік Макс.

Перед застосування гербіцидів треба ознайомитися, з їхніми умовами використання [5].

До біологічних методів боротьби з борщівником можна використовувати спеціально привчених до його споживання овець. Зазвичай рослини, які весь час перебувають в зоні ризику стати їжею для травоядних тварин виробили такі механізми захисту від поїдання. Зазвичай це біохімічний (виділення, накопичення токсичних або неприємних для організму тварин речовин) або морфологічний (утворення шипів, здерев'янілих частин тіла рослин..). Що спричиняє домінування над тими рослинами, що мають слабкіші механізми захисту від поїдання [7]. Але ці ж механізми захисту спричиняють адаптації у травоядних тварин, що їх споживають. Пояснюється це тим, що в борщівника Сосновського небезпечним є його сік, що посилює дію ультрафіолету на епітелій овець. Але дія ультрафіолету на шерсть вівці не спричиняє згубних дій на саму тварину, так як він не потрапляє в травну систему. Вегетація у борщівника починається досить рано; навесні кількість для використання овець рекомендується 20–30 особин/га, а влітку 5–10 особин/га [4].

Значна увага приділялася недопущенню борщівника в заповідники – викошування його вздовж берегів річок та узбіч доріг на відстані 3–5 км в межах заповідної території. Серед місцевих програм – розробка цільових програм систематичного скошування та прополювання до дозрівання вмісту насіння [4].

Для захисту селітебних зон від присутності борщівника Сосновського рекомендована обробка сходів гарячою парою не менше 95° С, застосовування гербіцидів проти однорічних рослин, зрізування їх на глибині 10 см від поверхні ґрунту. Проти багаторічних рослин слід застосовувати послідовні зрізування і наступне екранування до 60 діб непрозорою плівкою.

Борщівник Сосновського швидко накопичує біомасу та має високий ступінь пластичності, що спричиняє зменшення урожаю сільськогосподарських культур. Під час цвітіння вегетативна маса в певних роках могла досягти до 3 кг/м<sup>2</sup>, що спричиняє зниження урожаю. Наприклад, у посівах соняшнику і гречки біомаса рослини становила 2,337 і 2,360 кг/м<sup>2</sup>, натомість у ячменю ярого та сої – 2,608 і 2,926 кг/м<sup>2</sup>. Під час цвітіння суха маса найбільша була в посівах ячменю ярого і сої – 0,6083 і 0,5452 кг/м<sup>2</sup>, тоді як у посівах соняшнику та гречки маса була 0,4925 і 0,4877 г/м<sup>2</sup> [6].

**Висновок.** Отже, заходи боротьби з борщівником Сосновського є важливим комплексом дій, спрямованих на стримування його поширення та мінімізацію негативних наслідків. Комбінація різноманітних підходів, таких як механічне видалення, використання біологічних агентів та хімічних розчинів, дозволяє забезпечити комплексний контроль над цим інвазивним видом. Однак ефективність заходів може залежати від конкретних умов та масштабу зайнятої ним території.

Важливо підтримувати постійний моніторинг поширення борщівника, вдосконалювати методи боротьби та робити акцент на попередженні нових випадків. Спільна співпраця між науковцями, органами влади та громадськістю відіграє важливу роль у забезпеченні успішної реалізації стратегій боротьби з борщівником Сосновського.

### Список використаних джерел

1. Methods of Commercialization and Usage of Sosnovsky hogweed Processing: [https://www.researchgate.net/publication/364456304\\_Methods\\_of\\_Commercialization\\_and\\_Usage\\_of\\_Sosnovsky\\_hogweed\\_Processing](https://www.researchgate.net/publication/364456304_Methods_of_Commercialization_and_Usage_of_Sosnovsky_hogweed_Processing) (дата звернення: 02.09.2023).

2. Заходи боротьби із борщівником Сосновського: <http://agrovoly.gov.ua/advice/zahody-borotby-iz-borshchivnykom-sosnovskogo> (дата звернення: 02.09.2023).

3. Обмеження при застосуванні пестицидів та агрохімікатів в межах населених пунктів: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php> (дата звернення: 04.09.2023).

4. Борщівник Сосновського: <https://uk.m.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення: 14.09.2023).

5. Увага! Небезпечний злісний бур'ян борщівник Сосновського!!!:  
<https://www.rivneprod.gov.ua/2022/06/27/uvaga-nebezpechnyj-zlisnyj-bur-yan-borshhivnyk-sosnovskogo/> (дата звернення: 14.09.2023).

6. Біологічні особливості борщівника Сосновського і наукове обґрунтування ефективної системи його контролювання в правобережному Лісостепу України:  
[http://specrada.bio.gov.ua/sites/default/files/autoreferat/avtoreferat\\_moshkivskoyi.pdf](http://specrada.bio.gov.ua/sites/default/files/autoreferat/avtoreferat_moshkivskoyi.pdf)  
(дата звернення: 14.09.2023).

7. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія : монографія. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, Інститут захисту рослин НААН. Київ : Фенікс, 2019. 752 с.

**Інна ЗАЯЦЬ<sup>12</sup>,**  
студентка 3 курсу навчання,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ТОПІНАМБУРА (HELIANTHUS TUBEROSUS), ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В СУСПІЛЬСТВІ**

***Анотація.** У цій статті розглядаються перспективні напрямки інноваційного розвитку виробництва топінамбура. Топінамбур вирішує відразу кілька основних завдань: організація високорентабельного виробництва продуктів харчування, медикаментів і техніки, виготовлення комбікормів з відходів масового виробництва і багаторічних трав, основ ефективного тваринництва і автономне виробництво м'ясо-молочної продукції.*

***Ключові слова.** топінамбур, урожайність, якісний склад.*

***Annotation.** The article considers the promising directions of innovative development of Jerusalem artichoke production. Jerusalem artichoke solves several main tasks at once: the organization of highly profitable production of food products, medicines and equipment, production of compound feed from mass production waste and perennial grasses, the basics of efficient animal husbandry and autonomous meat and dairy production, products.*

***Key words:** Jerusalem artichoke, productivity, quality composition.*

***Вступ.** Підземне стебло артишоку має жовті, червоні, фіолетові та білі їстівні бульби, які за зовнішнім виглядом нагадують корінь імбиру, а за смаком-капусту або ріпу. Стебло вкрите короткими ворсинками, міцне і пряме, 40-300см заввишки, на верхівці розгалужене. Листя черешкові, блискучі і*

---

<sup>12</sup>Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

пилчасті. Нижні листки супротивні, серцевидно-яйцеподібні; верхні листки чергові, ланцетні або видовжено-яйцеподібні. Квіткові-кошики до 10 см в діаметрі, як чоловічі, так і жіночі, що складаються з центральної трубчастої жовтої квітки і 10-15 стерильних, псевдоязичкових, золотистих квіток. Плід-топінамбура сім'янка, який дозріває в серпні-вересні.

Топінамбур вирощується в промислових масштабах, в основному в США та Азії, але протягом десятиліть вирощується і в Україні як продукт харчування з лікувальними властивостями. За хімічним складом він схожий на картоплю, але за поживною цінністю перевершує буряк та інші цінні овочі. Її можна їсти сирю, смаженою, вареною або тушкованою. Також використовується як інгредієнт компотів та чаїв.

**Мета.** Розповісти про топінамбур, його властивості, спосіб застосування, користь і шкоду.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Топінамбур слід віднести до промислових ботанічних культур завдяки його унікальним біологічним особливостям росту і розвитку, а також він широко використовується як рослина-регенерант. Відомо, що в інших країнах топінамбур використовують як корм для худоби і розглядають сировину цієї культури як джерело палива. За даними французького автора, топінамбур дає 42-49 декалітрів спирту з гектара, при врожайності бульб 50 тонн з гектара. Крім того, змішування бензину з етанолом (сумішшю 12-15% спирту) дає наступні переваги в двигунах внутрішнього згоряння Бензин, змішаний зі спиртом, підвищує теплотворну здатність палива і водночас знижує теплотворну здатність, що зменшує перегрів двигуна. Антивибухові та антикальцифікаційні властивості спирту настільки важливі, що змішування 12-15% етанолу з бензином дозволяє видалити тетраетилсвинець. При однаковому ступені стиснення двигуни, що працюють на таких сумішевих паливах, працюють краще, ніж на чистому бензині. Слід зазначити, що при використанні цієї паливної суміші двигун автомобіля не потребує переобладнання. У період з 26 листопада по 5 грудня 2002 року на Підгаєцькому спиртовому заводі виробничого об'єднання спиртової промисловості в Івано-Франківську за технологією, розробленою в Інституті проблем харчування Національного університету харчових технологій під керівництвом професора, д.т.н. Швеця В.М., було перероблено 43% забрудненості 25 тонн коренів артишоку, тобто близько 14 тонн чистого топінамбура, перероблено на спирт. Вирощується цінна кормова, технічна та харчова рослина. Бульби топінамбура цінні для споживання людиною і як корм для худоби. Стебла і листя часто силосують. Зелені бульби збирають наприкінці вересня і в першій половині жовтня за допомогою силосозбирального комбайна або косарки з підбирачем. Якщо топінамбур використовують як зелену масу, сінаж, силос або борошно протягом двох-трьох років, стебла зрізають двічі: перший раз на висоті 80-100см, на 6-10 см вище нижніх листків, з яких знову відростають стебла, другий раз в кінці вересня-середині жовтня в залежності від кліматичних умов. Зелена маса топінамбура є чудовою основою для виробництва кормів.

Багаторічна трав'яниста рослина висотою близько 1,5м (іноді до 4м), стебла прямі, листя яйцеподібне, жовті суцвіття-кошики діаметром 6-10см. Листки супротивні в нижній частині, у верхній-чергові. На підземному стеблі утворюються бічні бруньки, які потовщуються і перетворюються на циліндрично, грушоподібні або круглі бульби з білими, жовтими, фіолетовими або рожевими (залежно від сорту) опуклими бруньками за допомогою пластичної речовини на кінчиках. Бульби вкриті тонкою шкіркою без коркового шару, яка слугує захистом, наприклад, від механічних пошкоджень та гниття. М'якоть м'яка, соковита і приємно солодка, максимальний приріст дає на ранніх стадіях формування бульб в липні-серпні, на другий і третій рік розгалужується, утворюючи до 40 відгалужень на підземному стеблі.

Плід-конічна односім'янка, що складається з сім'ядолі і насінини; кожна 1000 насінин важить 7-9 г. Плід - односім'янка, конічна, однонасінна.

Підземне стебло проникає на глибину до 2 м.

Бульби топінамбура за хімічним складом схожі на картоплю. За поживністю вони перевершують багато видів овочів і на багато цінніші за кормовий буряк.

Бульби топінамбура містять до 3% білка, мінеральні солі, 20,0% вуглеводів (розчинний полісахарид інулін (16-18% і більше, надзвичайно поширений в бульбових рослинах і в родині складноцвітих), фруктозу, мікроелементи і 2-4% азотистих речовин) і майже не містять крохмалю. Вона досить багата на вітамін В1(аневрин), а також містить вітамін С і каротин. Білок містить такі амінокислоти, як лізин, гістидин, аргінін, триптофан і треонін.

Бульби містять комплекс фруктанів, різноманітні пектини, сполуки з антиоксидантними властивостями (хлорогенова та нехлорогенова кислоти, бурштинова, кавава тощо), каротиноїди, клітковину, макро- та мікроелементи, вітаміни, цінні метаболіти, що протидіють таким захворюванням, як туберкульоз та рак.

Топінамбур кущовий.

Бульба має високий вміст цукру в залежності від часу збору врожаю, оскільки поживні речовини стікають зі стебла і листя. Топінамбур має вдвічі більший вихід вуглеводів, ніж цукровий буряк.

Бульбовий соняшник має високу кормову та поживну цінність. Він вважається одним із рекордсменів за врожайністю над земної та підземної частин, оскільки зберігає сонячну енергію завдяки великій листовій поверхні з ранньої весни до пізньої осені. Надземна частина використовується на силос, а бульби-на корм.

Топінамбур є однією з провідних біоенергетичних культур: середній вихід спирту з однієї тонни бульб топінамбура становить 8-9 літрів, що дорівнює виходу спирту з картоплі. Однак завдяки високій врожайності та значно меншим виробничим витратам собі вартість спирту, отриманого з топінамбура, значно нижча, ніж з картоплі або зерна. Навіть при відносно високій врожайності зернових(50 ц/га) з них не можна отримати більше 1100 л/га спирту, тоді як з бульб топінамбура (300 ц/га) при відносно низькій врожайності можна отримати більше 2500 л/га. Бульби, а також надземна

частина придатні для виробництва біоетанолу з виходом спирту не менше 5%. При врожайності 30 т/га бульб і 40 т/га стебел вихід біоетанолу становить понад 4,5 т/га. Потенційний вихід біомаси топінамбура може досягати 200 т/га стебел і 120 т/га бульб, але середня врожайність не перевищує 20-30 т/га бульб.

Якщо топінамбур буде використовуватися для виробництва паливного етанолу, необхідний сумісний штам дріжджів для ферментації інуліну. В іншому випадку інулін, низько-і високомолекулярний фруктозан, що містяться в топінамбурі, можуть бути спожиті більшістю мікроорганізмів лише після попереднього гідролізу топінамбура до фруктози і глюкози.

Загалом, вона легка у вирощуванні, і її можна практично не турбувати. Чорнозем, дерново-підзолистий, росте в досить вологому ґрунті. Топінамбур витривалий в зимку. Бульби зимують у ґрунті і залишаються життєздатними навіть при зниженні температури. Однак якість бульб погіршиться, якщо їх не пересадити в родючий ґрунт. Тривале монокультурне вирощування топінамбура призводить до різкого зниження врожайності бульб і зелених бульб.

Квітки топінамбура.

Дрібні бульби та столони, що залишаються після збирання врожаю, можуть утворювати зарості на наступний рік, що ускладнює або унеможлиблює подальше вирощування інших культур. Крім того, бульби, що залишилися в землі, можуть продовжувати рости і стати бур'янами. Тому топінамбур переважно вирощують на заплавах річок. Однак, за сучасного рівня знань, можна ефективно видаляти залишки топінамбура, використовуючи біологічні методи зменшення ваги.

Топінамбур слід сіяти після зернових та багаторічних траві не можна вирощувати після картоплі, коренеплодів, баштанних та соняшнику.

Топінамбур можна успішно висівати після будь-якої зернової або бобової культури як проміжну культуру, що сприяє знищенню бур'янів. Якщо немає достатньої впевненості в тому, що поле повністю вільне від топінамбура, то першою культурою після нього краще посіяти кормову рослину, яка дає зелену масу (наприклад, суміш вики). Така суміш вики та топінамбура є більш поживною, ніж звичайні суміші вики, і легко поїдається всіма видами тварин. Найвища врожайність зеленої маси 60,2 т/га досягається за використання суміші топінамбур + кормові боби + овес, а сумісне вирощування топінамбура з горохом, викою та вівсом забезпечує високу врожайність 28,4-29,1 т/га та підвищує продуктивність на одиницю кормової площі.

Топінамбур розмножується бульбами. Протягом літа він проходить і завершує свій біологічний цикл розвитку як однорічна рослина. У природних умовах він може рости як однорічна культура на одному місці понад 10 років.

Підготовка ґрунту проводиться восени. Під час осіннього перекопування слід внести 2-3 кг органічних добрив і по 20-30 г фосфорних і калійних добрив на м<sup>2</sup>. Навесні ґрунт розпушують або переорюють. Висаджують навесні за схемою 60x35-40 (ширина міжрядь-70 см, відстань між гніздами-35-40 см) або 70x40 см на глибину 7-8 см. Після посадки кілька разів просапайте і розпушіть міжряддя. Топінамбур вирощують на одному місці протягом 1-2 років для

використання в їжу. Урожайність бульб становить 3,5-4,5 кг м<sup>2</sup>. Для зимового споживання бульби викопують восени, засипають піском і зберігають під землею. Для весняно-літнього споживання бульби викопують ранньою весною до того, як вони проростуть.

Врожайність топінамбура залежить від площі живлення, яка визначається густотою посадки. Однак, якщо рослину не висаджувати на наступний рік, кількість рослин на одиниці площі збільшується, що призводить до затримки росту і зниження врожайності.

Рослини поглинають воду з глибших шарів ґрунту. Планації погано провітрюються і сонце не світить на поверхню ґрунту, тому ґрунт захищений від випаровування безперервним ростом трав. Як наслідок, він може витримувати короткі періоди посухи. Виродження бульб не відбувається навіть при високих температурах.

Після закриття зеленого простору в міжряддях бур'яни пригнічуються і гинуть протягом вегетаційного періоду.

Завдяки значній кількості клітковини, що міститься в ній, земляні груші благотворно впливають на травний тракт. Правильний кислотний баланс сприяє зниженню кислотності шлункового соку. Цей коренеплід позитивно впливає на стабілізацію роботи підшлункової залози та зменшення загального навантаження на цей орган і печінку.

Користь земельних груш при цукровому діабеті (2 типу) обумовлена їх м'яким цукрознижувальним ефектом, що виникає за рахунок уповільнення всмоктування вуглеводів у кров. Цьому сприяє багатий вміст клітковини та волокнистих речовин у фруктах. Наявність природного інуліну насичує клітини людського організму енергією і допомагає запобігти надмірному перевантаженню глюкозою. Всім відомо, що діабет вражає судини. Однією з доведених властивостей топінамбура є те, що він зміцнює стінки кровоносних судин.

Завдяки високому вмісту кремнію цей коренеплід корисний для суглобів і м'яких тканин організму. Вживання топінамбура може допомогти відновити і захистити здоров'я суглобів і м'язової тканини, а також підвищити еластичність шкіри.

Топінамбур, що містить вітамін С і корисні кислоти, є природним імунomodулятором. Вживання цього коренеплоду в холодну пору року може полегшити перебіг вірусних інфекцій і навіть змусити вас забути про ГРВІ та грип. Включення страв з коренеплодів у свій регулярний раціон дасть вашому організму природну захисну систему і зробить вас більш стійкими до будь-яких інфекцій.

Коренеплоди містять достатню кількість фолієвої кислоти та вітаміну Е. Ці речовини позитивно впливають на жіночу репродуктивну систему. Людям, які хочуть завагітніти або народити дитину, слід включити в свій раціон продукти з високим вмістом фолієвої кислоти і вітаміну Е. Топінамбур може допомогти створити сприятливі умови для здоров'я жіночого організму.

Мікроелементи, що містяться в земляній груші, позитивно впливають на чоловічу сечовидільну систему. По-перше, коренеплід корисний для



вілновлення і збереження потенції. По-друге, вони корисні для профілактики розвитку аденоми простати та інших захворювань чоловічої репродуктивної системи.

Земляна груша має чудові антиоксидантні властивості. Тому вживання цього коренеплоду запобігає швидкому прогресуванню клітинного старіння та інших деструктивних перетворень. Використання топінамбура в меню дозволяє поліпшити якість шкіри, нігтіві волосся, насичуючи їх поживними речовинами, що зберігають молодість тканин.

**Висновок.** Користь і шкода топінамбура все ще відкриті для досліджень, але на даний момент доведено, що це олійне насіння мало шкодить людському організму. Навпаки, корисні властивості топінамбура корисні не тільки для підтримки міцного здоров'я, але і для лікування різних захворювань, а його смак оцінять ті, хто любить смачну і здорову їжу.

Корисні властивості і протипоказання топінамбура багато в чому залежать від кількості споживаного продукту і фізичного стану людини. Для багатьох людей цей незвичайний овоч є корисним і допомагає усунути багато неприємних симптомів.

#### Список використаних джерел

1. Положенець В. М. Біоекологічні особливості топінамбуру при вирощуванні в зоні Полісся . XV з'їзд Товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського : тези доп., (м. Одеса, 11–15 верес. 2017 р.). 2017. С. 88.
2. Гніцевич В.А. Нові перспективи використання. *Вісник ДонДУЕТ. Сер.: Техн. науки.* №1 (13). Донецьк: ДонДУЕТ, 2012. – С.118-123.
3. Пую В.Л. Господарська продуктивність рослин топінамбура сортів Подільський 94 і Львівський. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2017. Вип. 26. С. 124-135.
4. Рихлівський І.П. Біологічні і агротехнічні основи сучасної технології вирощування топінамбура. К. Фітосоціоцентр. 2015. 340 с.

**Артур ІВАНЦОВ<sup>13</sup>,**  
студент 2 курсу, групи 21-А,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ЗНАЧЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

**Анотація.** В статті наведено матеріал про значення та використанні краплинго зрошення в сільському господарстві, як економічно обґрунтованого

---

<sup>13</sup>Науковий керівник: доктор с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ  
Надія Гетьман.

і екологічно безпечного способу поливу сільськогосподарських культур. Встановлено підвищення біометричних показників та урожайності зерна кукурудзи на 41,3 % порівняно з використанням способу дощування.

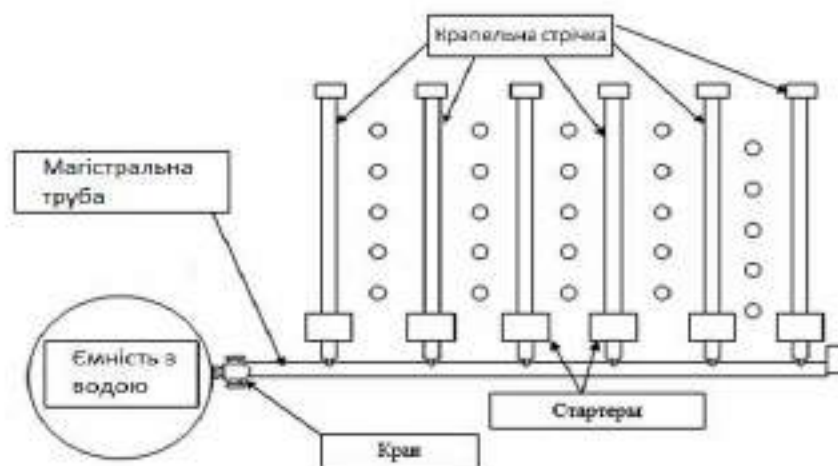
**Annotation.** The article provides material on the importance and use of drip irrigation in agriculture as an economically sound and environmentally safe method of watering agricultural crops 41,3% increase in biometric indicators and corn grain yield was established compared to the use of the sprinkler method.

**Вступ.** В умовах зміни клімату рослини потерпають від недостатньої кількості вологи, особливо в критичні періоди. Тому для вирішення цієї проблеми доцільно використовувати зрошення. Тому краплинне зрошення є найбільш ефективною системою постачання води та поживних речовин для вирощування сільськогосподарських культур. Воно є економічно обґрунтованим і екологічно безпечним способом поливу рослин. Це система штучного створення зрошувальних споруд [1].

Ця технологія зрошування набула широкого поширення у світі. Переваги її полягають в тому, що значно зростає ефективність засвоєння мінеральних добрив та відбувається зниження непродуктивних їх витрат. А також зменшуються витрати на використання спеціальної техніки на внесення мінеральних добрив. Практично не використовується колісна техніка, що забезпечує зниження собівартості сільськогосподарської продукції [2, 3, 4].

**Мета** статті полягає у обґрунтуванні використання краплинного зрошення в сільському господарстві.

**Виклад основного матеріалу.** Краплинне зрошення або іригація (лат. *irrigatio*) тобто, «зрошую» «поливаю» це підведення води на поля, що відчувають нестачу вологи у критичні періоди росту і розвитку різних видів і сортів зернових, зернофуражних і бобових культур. За використання даного виду зрошення подача води відбувається під корінь рослини, що забезпечує покращення споживання поживних речовин з ґрунту, зниження температури повітря біля землі та підвищення її урожаю (рис. 1).



**Рис.1.** Схема системи краплинного зрошення

Іригація є одним із видів меліорації. Найефективніше вважається аерозольне зрошування – зрошування найдрібнішими краплями води для

регулювання температури і вологості приземленого шару коріння рослини. При цьому розглянемо, що таке фертигація. Це введення добрив або пестицидів, у зрошувальну систему іригації.

Вже відомо декілька видів систем краплинного зрошення, а саме за конструкцією, ступенем автоматизації та характером зволоження ґрунту. Так, за конструкцією розрізняють стаціонарні системи, які як правило використовуються в теплицях, тоді як стаціонарно-сезонні системи в основному застосовують для поливу однорічних культур.

Зокрема розрізняють його за розміщенням поливних трубопроводів з укладкою їх на поверхню ґрунту, або нижче її поверхні. Доцільно відзначити, що вода подається за допомогою складної системи управління та враховується температура повітря, атмосферні опади тощо.

Привабливість даного способу зрошення полягає в тому, що крапельниці розташовані біля кожної рослини. Насамперед забезпечується аерація ґрунту, що покращує доступ кисню до кореневої системи упродовж усього періоду вегетації сільськогосподарських культур. Густота рослин повинна бути до 2,6 тис. шт./га, а смугове локальне зволоження вздовж рослин, застосовують за густоти більше 2,6 тис. шт./га.

Ця система забезпечує збільшення врожайності на 30–50% та поліпшення товарної та споживчої якості продукції. При цьому значно знижуються трудові затрати та використання сільськогосподарської техніки, а також зменшується собівартість рослинницької продукції.

Вже встановлено, що за проведення краплинного зрошення площа листової поверхні у фазі цвітіння кукурудзи становила 34,6 тис. м<sup>2</sup>/га, яка зменшилась до 29,8 тис. м<sup>2</sup>/га за способу поливу посівів дощуванням. При цьому висота рослин на краплинному зрошенні також була більшою – на 35,1 та 14,9 см прикріплення нижнього качана кукурудзи. Середня урожайність зерна кукурудзи відповідно становила 13,0 та 9,2 т/га. Отже, на краплинному зрошенні урожайність зерна кукурудзи зростає на 3,8 т/га, або на 41,3 %.

Звідси можна зробити висновок та рекомендувати впроваджувати систему краплинного зрошення на півдні України за вирощування кукурудзи на зерно або силос.[5]

**Висновки.** Краплинне зрошення – сучасний, ресурсозаощадливий, економічно безпечний спосіб використання в сільському господарстві для поливу рослин. При цьому досягається висока продуктивність та товарна якість за вирощування сільськогосподарських культур, в частості кукурудзи на зерно.

### Список використаних джерел

1. Ромащенко М.І., Доценко В.І., Онопрієнко Д.М., Шевелєв О.І Системи краплинного зрошення: навчальний посібник / За ред. М.І. Ромащенко. 2011. 90 с.
2. Алба В.Д., Болбат О.І. Системи краплинного зрошення, що використовують у овочівництві Півдня України. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2013.13–18 с.

3. Коваленко П.І. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. Київ. 2003. 213 с.

4. Кушнар'ов А.С. Чорна Т.С. Енергетична концепція розвитку систем технологій у землеробстві. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2016. Вип. 6. Т. 3. 41–71 с.

5. Лавренко Ю.О., Рубан В.Б. Обґрунтування технології вирощування кукурудзи при краплинному способі поливу. Таврійський вісник 2013. Вин. 86. 53–56 с.

**Sergey KARNAUKHOV<sup>14</sup>,**

2nd year student,

Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,

Vinnitsia National Agrarian University

Vinnitsia, Ukraine

## **STRIP-TILL TILLAGE SYSTEM. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

***Annotation.** The article provides information about the strip tillage system, which came to us from the West (USA) - Strip-Till. The examples of the use of this system in soil cultivation, advantages and disadvantages of use, its cost and practicality of use in Ukraine and other European countries are given. Here you will find useful information on how to use the technology and what goals it sets for itself. The article will help you understand what Strip-Till is.*

***Анотація.** У статті наведено інформацію про смугову систему обробітку ґрунту, яка прийшла до нас із Заходу (США) - Strip-Till. Приклади використання даної системи в обробітку ґрунту, переваги та недоліки використання, її вартість та практичність використання в Наведено Україну та інші країни Європи. Тут ви знайдете корисну інформацію про те, як використовувати технологію та які цілі вона ставить перед собою. Стаття допоможе зрозуміти, що таке Strip-Till.*

***Introduction.** Strip-till is a conservation tillage system that involves minimal tillage. It combines the drying and warming benefits of conventional tillage with the soil protection benefits of no-till by disturbing only the part of the soil that is supposed to contain the seed row.*

Summary of the main material: Recently, the technology of strip tillage - STRiP- TiLL - has been gaining increased attention among farmers, the main purpose of which is to save costs for growing crops. With STRiP-TiLL technology, fields are cultivated and loosened only in strips in the rows of future sowing. The rest of the field is left untouched. STRiP-TiLL technology is still quite young. The term first appeared about 25-30 years ago. The technology is similar to no-till, but it has elements of the traditional farming system.

---

<sup>14</sup>Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

What is the basis of strip body technology?

What is strip-till technology at its core? Since the STRIP-TILL technology is used to cultivate only the strip of soil where the seed is to be sown, we have a number of advantages, including:

1. Time and fuel and lubricants are significantly saved.
2. Post-harvest residues in the aisles create conditions for moisture retention. They also prevent water and wind erosion and serve as an organic fertilizer.

3. This creates conditions for more precise placement of mineral fertilizers. An important advantage of strip-till technology is that fertilizers can be applied to the seeds at a depth of 15-20 cm, or even on two levels: in this case, the plants reach the first level in 15 days, and the second level in about 40-45 days. This way, plants can receive fertilization when they need it most - during the period of active growth and harvest formation. A healthy and powerful root system with access to nutrients is the basis for a good harvest. For their development, roots need nutrients that are placed as close to the plants as possible. For this reason, strip-till technology involves precise placement of mineral fertilizers near the roots, at different depths.

4. Strip-till technology makes it possible to apply chemical plant protection products and mineral fertilizers in parallel with sowing. The fact that strip-till technology allows liquid mineral fertilizers, which are better absorbed by plants than granular fertilizers, to be applied without damaging the soil is quite effective from an economic point of view. In addition, thanks to the row crops, fertilizers can be distributed rationally without wasting them on unseeded strips, and fertilizers can be distributed precisely, directly near the roots of plants.

5. Strip-till creates excellent aerobic conditions. As with no-till, oxygen can easily enter the soil, accelerating the decomposition of organic matter.

6. The technology helps to warm the soil locally where the seed will be placed.

7. Loosening only a strip of soil requires less tractor power.

8. It creates conditions for the development of plant roots in a vertical direction, which will contribute to better plant development and maximum yield.

9. Rain and melt water easily flows into the treated strips.

Strip-till technology is divided into methods by which we cultivate soils with different granulometric composition.

The combined method is more suitable for light and medium-sized soils with a high sand content and limited moisture. In this case, row loosening and sowing are performed in one operation.

The gradual method is more suitable for heavy soils, with a high content of clay and humus, as well as in growing areas with fairly good moisture conditions. In the fall, after harvesting the previous year's crop, the soil is loosened separately by rows, and the following year in the spring, the same rows are sown.

The division of strip-till technology into two such methods is reasonable. On the one hand, strip-till replaces stubble cultivation, basic tillage and seedbed preparation.

Therefore, in places where moisture is a limiting factor, due to less soil opening, it is lost in smaller volumes, and after loosening during sowing, plants, even

in rather dry conditions, receive enough moisture from deeper soil layers for germination and further development of the root system in its early stages.

The main advantages of strip-till

The main principles on which STRIP-TILL technology is based are:

- deep loosening to eliminate excessive soil compaction;
- creating an optimal formed space in a place;
- Root germination due to soil loosening, removal from the site of the future row of post-harvest residues;
- precise application of mineral fertilizers;
- preservation and accumulation of moisture;
- Ensuring access of plants to groundwater by;
- Maintaining soil capillarity, especially in the aisles where soil disturbance structure is not happening;
- protection against water and wind erosion, primarily by improving the soil structure and retention of post-harvest residues in the row spacing;
- cost savings by reducing the number of agrotechnical measures and less use of powerful machinery.
- In general, the STRiP-TiLL technology can be used both as a combined and gradual cultivation method, depending on external conditions and soil characteristics.

In addition to the advantages of Strip-till technology, there are also some nuances that are not desirable in such a progressive technology, namely

The first pitfall that you should pay attention to when implementing the technology is navigation.

If the seed is displaced from the point of fertilizer placement by 10 cm, the yield loss is about 15%.

In Kirovohrad region, a farm practicing strip-till noted that there are seasons when they simply cannot provide more stubble, for example, because the wheat was lying down. Also, there were several combines working there and the quality of stubble chopping was different. This year, the farm decided to add pressure to the cutting discs when applying fertilizer, because at first the disc did not completely cut through the stubble, which caused the unit to clog.

The distribution of crop residues is influenced by the quality of the shredded mass, the adjustment of the condition of the crop residues and the design of the shredder.

The third feature of the technology implementation is the work with compaction.

Each field needs to be inspected for the presence of compacted soil layers, the so-called sole. The sole is an obstacle to the realization of the full potential of Strip Till technology.

It can also be said that when choosing a tillage technology, farmers lack a comprehensive comparative technical and economic assessment of the operation of machine units. We solve this problem by conducting a feasibility study and a comprehensive assessment of tillage technologies and the efficiency of machinery use.

Strip tillage technology is now becoming an important element in increasing the efficiency of agribusiness. It involves cultivating the soil in strips about 20-25 cm wide and up to 30 cm deep to loosen it, create a seedbed and create conditions for its rapid warming. The distance between the middle of the rows is 70/75 cm. Dry or liquid fertilizers can be applied simultaneously with tillage. The technology also combines basic and pre-sowing tillage. It is used to grow row crops, including corn, sunflower, soybeans, and sugar beets.

Ortman offers 6-8 and 12-row units for the technology, while Amazone offers 8-row units. The eight-row ASOG-8 for strip tillage is also manufactured by Krasnyansky JV Agromash. Domestic tillage machines do not differ significantly from foreign ones in terms of the technological scheme, availability and placement of working bodies.

Manufacturers of strip-till equipment offer options for using a row crop seeder in one unit to combine tillage and row seeding operations, which halves the number of passes through the field. Sowing into the tilled soil can also be done with domestic or foreign seeders.

The main disadvantage of strip-till technology is the need to pre-apply a continuous herbicide such as glyphosate. However, these additional costs for weed control are insignificant compared to the total cost of tillage. In addition, conventional tillage usually also involves the application of herbicides against the respective weed species.

The features of Strip-Till technology have significant advantages over other technologies in preventing erosion and soil whitening with the formation of ponding water. Due to the preservation of the soil structure in the row spacing, Strip-Till also preserves the passages created by earthworms. It is thanks to them that, even with quite intense rainfall, water in the fields where Strip-Till technology is used does not stagnate, but quickly passes to deeper soil layers, where it accumulates. This, on the one hand, prevents nutrients and fertile soil from being washed away from the surface and accumulating in the lowlands, and on the other hand, saturates the soil with moisture, which can then be successfully used by plants.

Although strip-till leaves crop residues and stubble lying untouched in the row spacing due to the fact that they are covered with a certain amount of soil and sufficient moisture and oxygen throughout the year, they create good conditions for the decomposition of organic matter and the release of nutrients. In this way, straw works for the next crop and not only protects the soil, preventing its leaching and erosion, but also inhibits moisture loss, especially before the row spacing of cultivated plants closes, when significant evaporation of liquid from the soil can occur under the influence of active sunlight and extreme heat.

Strip-Till technology, when used on crops grown in rows, mainly allows plants such as sugar beet, rapeseed, corn and others to create the optimal place for further root development. In addition to preserving moisture and saving money on additional treatments, this can significantly increase their yields.

For different crops, this optimization is determined by different factors. On the one hand, Strip-Till technology allows you to start sowing much earlier than with direct seeding due to better soil warming in the planting row. This was the main

driving factor in America, where farmers working with direct sowing felt the need to accelerate the optimal time for sowing, for which they first needed the soil to dry and warm up faster. This is exactly what happens with Strip-Till.

Compared to direct sowing, Strip-Till technology allows us to sow earlier and not worry about the possibility of problems if the grain falls on crop residues instead of the ground.

In addition to the fact that when the grain falls on the straw and not on the soil, the seeds do not have contact with the ground and compete with the straw for the moisture that accumulates in it, the process of straw decomposition produces toxic substances that can adversely affect the young plant in high concentrations. With

Strip-Till, the rows are freed from straw before sowing, so the seeds get into a well-structured seed horizon, and the soil covers and recompacts them to create better contact and improve moisture supply by restoring capillarity.

Row loosening is especially important for crops that form a pronounced taproot. For example, winter rape on well-loosened rows is able to form a well-developed taproot by winter, take deep root and survive the winter period without significant damage. When Strip-Till is properly carried out, loosening is carried out to a different depth each time, thus preventing the formation of deep compacted layers in the soil and destroying the previously formed ones. Therefore, the roots should not change the direction of their growth in the loosened rows and avoid compaction areas, growing sideways.

Why is strip teasing ideal for Ukraine?

STRIP-TILL technology came to Europe from the United States, where at a certain stage, as a result of changes in environmental conditions, it evolved from direct seeding or No-Till technology. This tillage technology is best suited for row crops. Thus, it was initially developed in North America for corn. Gradually, it proved to be a good choice for growing other row crops, including sunflower, soybeans, sugar beets, etc.

More recently, the idea of STRIP-TILL has come to Europe, where it has found its followers among the most result-oriented farmers who are developing the principles of new technologies.

STRIP-TILL technology is ideally suited to many regions of Ukraine where soils are exposed to erosion. In particular, the KUHN Krause Gladiator has already won the trust of farmers thanks to its perfect processing of the seed strips, which helps progressive producers to manage production costs, among other things. One of its main advantages is the banded and precise adjustment of nutrient application to 2 horizons in depth when preparing the seedbed.

**Conclusion.** From the information presented, many positive conclusions can be drawn regarding the use of the latest STRIP-TILL technology, of course there are some points where this technology should be supplemented, but everything is decided by farmers, if the technology can really make your harvest more profitable and facilitate work in the field, then I recommend using this innovation at the earliest opportunity and it is guaranteed to accelerate the development of your farm.



## References

1. Вілфрід Германн. Особливості застосування та переваги технології Strip-Till. Журнал Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/osoblyvosti-zastosuvannya-ta-perevagy-tehnologiyi-strip-till/> (date of access: 21.03.2023).
2. Головний сайт для агрономів. Досвід впровадження strip-till в Україні: переваги та нюанси. Superagronom.com. URL: <https://superagronom.com/articles/480-dosvid-vprovadjennya-strip-till-v-ukrayini-perevagi-ta-nyuansi> (date of access: 21.03.2023).
3. Переваги та недоліки смугової технології – Агробізнес сьогодні. Агробізнес сьогодні. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9427-perevahy-ta-nedoliky-smuhovoi-tekhnologii.html> (date of access: 21.03.2023).
4. STRiP-TiLL – технологія майбутнього. Здорова земля України. URL: <https://healthysoil.in.ua/strip-till-technology-for-future/> (date of access: 21.03.2023).

**Денис КІРСУН<sup>15</sup>,**  
Студент 2 курсу,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## AGRICULTURAL STRUCTURE OF UKRAINE IN 2023

**Annotation.** *The article discusses the agricultural structure of Ukraine in 2023. The study analyzes the main trends in the development of the country's agricultural sector and its structural composition. The author of the study provides a detailed description of the current state of various branches of the agro-industrial complex of Ukraine, focusing on issues of land use and production of agricultural products. The article presents statistical data that demonstrate the main trends in the development of Ukraine's agricultural sector at the present stage. The results of the study can be useful for experts in the agricultural industry, scientists, government agencies, and other interested parties who have an interest in the development of Ukraine's agricultural sector.*

**Keywords.** *agrarian structure, the Ukrainian government*

**Анотація.** *У статті обговорюється структура сільського господарства України у 2023 році. У дослідженні проаналізовано основні тенденції розвитку аграрного сектору країни та його структурного складу. Автор дослідження надає детальний опис поточного стану різних галузей агропромислового комплексу України, зосереджуючись на питаннях землекористування та виробництва сільськогосподарської продукції. У статті наведено*

---

<sup>15</sup>Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

*статистичні дані, які демонструють основні тенденції розвитку аграрного сектору України на сучасному етапі. Результати дослідження можуть бути описними для експертів у галузі сільського господарства, вчених, урядових органів та інших зацікавлених осіб, які мають інтерес до розвитку аграрного сектору України.*

**Ключові слова.** аграрна структура, Уряд України.

**Introduction.** The agrarian sector is one of the key industries of the Ukrainian economy. Thanks to fertile lands, our country has great potential in the production of agricultural products and exports to foreign markets. At present, the agrarian structure of Ukraine is undergoing an active process of modernization and reform. In this article, we will examine the state and prospects of development of the agrarian sector of Ukraine in 2023. In particular, we will look at the production structure, trends in foreign economic activity, problems, and prospects for the development of this industry.

**Main material.** At the beginning of 2023, the agrarian structure of Ukraine continues to be in a stage of transformation and modernization. Against the backdrop of changes in climate conditions and global challenges related to the preservation of natural resources and ecological sustainability, the agrarian sector is forced to adapt and improve.

One of the important trends in the development of Ukraine's agrarian structure is the continuation of the process of land concentration in the hands of the largest farms. According to the State Statistics Service of Ukraine, the average size of a farming operation in Ukraine grew to 16.7 hectares in 2022. This indicates that the largest farms continue to increase their land areas, while smaller farms are forced to remain within their own sizes.

However, it is worth noting that the government of Ukraine has implemented a number of measures aimed at reducing the concentration of land in large farms, as well as supporting small and medium-sized businesses in the agricultural sector. In particular, a land reform program has been introduced, which provides for the possibility of land associations for small and medium-sized farms, as well as subsidies for family-owned farms. Such measures help to preserve the diversity of the agrarian sector and support smaller farms.

The specific type of food production in different regions of Ukraine also has a significant impact on the agricultural structure. For example, in the western and southern parts of the country, the cultivation of cereal and oil crops predominates, while animal husbandry is more common in the north. In the eastern region, a significant portion of the land is occupied by orchards and vineyards. Taking this specificity into account, the Ukrainian government implements various programs and measures to support the development of different sectors of agriculture.

One promising direction for the development of the agricultural sector in Ukraine is the cultivation of organic products. Organic farming is environmentally friendly and allows for the production of high-quality products that have a great demand on the world market. Ukraine has significant potential in this area because of

its vast land resources and relatively low production costs compared to other European countries.

The use of modern technology in agriculture is also an important trend. Ukraine actively implements various innovative solutions, such as automated data collection and processing systems, remote control of machinery, modern irrigation systems, and the use of drones to monitor fields and harvests. These solutions help reduce production costs and increase the quality and quantity of products.

In the overall context, Ukraine's agrarian structure continues to transform and adapt to global trends and consumer demands. Supporting small and medium-sized farms is an important component of agricultural sector development, as it ensures employment and the growth of rural areas.

The Ukrainian government is actively promoting the export potential of the agricultural sector. Ukraine has significant opportunities for exporting grains, oilseeds, meat, dairy products, and other goods. In order to ensure competitiveness on the international market, the government is actively promoting the improvement of production quality and standards, as well as supporting the negotiation of international agreements and partnerships with other countries.

Ukraine is also actively developing its own food industry, which provides consumers with high-quality and affordable products. In order to support this sector, the Ukrainian government has introduced various measures, such as supporting the production and sale of local products, promoting the development of stores and restaurants that offer local products, and developing tourism that promotes traditional rural agriculture and local products.

In conclusion, as of 2023, Ukraine's agrarian structure continues to develop and transform in line with global trends and consumer demands. Supporting small and medium-sized farms is an important direction of development, as it helps to maintain production diversity and provide employment in rural areas. Ukraine uses various tools to support the agricultural sector, such as incentives and subsidies, support for infrastructure development, import substitution, improving production quality and standards, and promoting export opportunities.

One of the most important tasks of the agricultural sector is to ensure the food security of the population. Ukraine is developing its own food industry and providing production of diverse and high-quality products. The country is also developing rural tourism, which allows for additional income and promotes traditional agriculture and local products.

Currently, the agricultural sector of Ukraine has become an important player in the international market. Ukraine exports grains, oilseeds, meat, dairy products, and other food products to many countries around the world. This allows for additional income and increases the competitiveness of Ukrainian products. At the same time, an important task is to preserve the domestic market and provide consumers with quality and affordable products.

Overall, the agricultural structure of Ukraine in 2023 continues its development and ensures the growth of production and export of products. Ukraine has faced many challenges and problems along the way, but has made significant progress in the development of the agricultural sector.

One of the biggest problems of the Ukrainian agricultural sector remains the backwardness of production infrastructure and insufficient support for the development of small and medium-sized farms. Even successful farmers currently face significant difficulties in accessing credit and government support. Another important task is to provide access to quality seed and chemical products, as well as to provide assistance in addressing problems with storage and transportation of crops.

Another problem is soil and water pollution. Ukraine is facing problems with pollution of rivers and lakes due to insufficient treatment of wastewater and excessive use of chemical fertilizers and pesticides. This can lead to a shorter lifespan of the land and a deterioration in the quality of the grown produce.

Another problem that affects Ukraine's agricultural sector is the insufficient development of scientific research institutions and infrastructure. Ukrainian scientists and experts have great potential in developing new technologies and production methods, but the limited development of infrastructure and research funding restricts their capabilities and affects the pace of agricultural sector development.

In order to address these issues, the Ukrainian government is implementing reforms and programs aimed at improving conditions for the development of the agricultural sector and supporting small farms. One of the biggest reforms is the land reform, which allows the sale and purchase of land by individuals and legal entities. This will ensure more efficient use of land resources and promote the growth of production and exports.

The Ukrainian government has also developed a number of programs and projects aimed at supporting small farms and small enterprises in the agricultural sector. For example, the "Youth in the Village" program provides financial support and training programs for young people who wish to create their own farm. The "Electronic State Register of Agricultural Land" project has also been introduced, which allows for transparency and efficient management of land resources.

To develop infrastructure and scientific research institutions, the government of Ukraine is also implementing a series of measures and programs. For example, the "National Program for the Development of Scientific Research and Technology" provides for significant funding for research in various fields, including the agricultural sector.

Ukraine has significant potential for developing its agricultural sector, but additional efforts and investments are necessary to achieve maximum results. The government of Ukraine and the business environment must work together to create favorable conditions for the development of the agricultural sector, including improving access to credit, improving legislation and regulation, and providing adequate infrastructure.

In addition, it is necessary to continue developing the export of agricultural products and working to ensure the quality and safety of food products produced in Ukraine. It is necessary to focus on the development of competitive technologies and attracting foreign investment in production and scientific research.

Overall, Ukraine's agricultural sector is in a stage of active development and modernization. Thanks to reforms and support programs, Ukraine has every chance of becoming a leader in the production and export of agricultural products in Eastern

Europe. However, achieving maximum results requires even greater attention to scientific research, infrastructure development, and support for farmers.

Conclusion: Based on the study of Ukraine's agricultural structure in 2023, it can be concluded that the trend of increasing the role of large agro-holdings, which have a significant influence on the development of the agricultural sector, continues in the country. At the same time, there is an increase in the number of small and medium-sized farms that provide local consumer base and employment for the population in rural areas.

One of the drawbacks of the current agricultural structure is the significant gap between the level of technological development of large and small farms, which complicates the competitiveness of smaller farms and leads to unequal competitive conditions in the market.

Additional efforts from the government and support for small and medium-sized farms are needed to improve the situation in Ukrainian agriculture. This can be achieved by providing them with technical and financial equipment, assisting in the sale of products, and ensuring the development of agricultural infrastructure in rural areas. Such measures can make agriculture more competitive and ensure the stable development of the country's agricultural sector.

### References

1. State Statistics Service of Ukraine. (2023). Agriculture of Ukraine in 2022. URL: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/sg\\_u/sg1222\\_u.html](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/sg_u/sg1222_u.html) (date of access: 13.02.2023);
2. Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of Ukraine. (2023). Press release: Ukraine sets new record for grain harvest in 2022. URL: <https://www.me.gov.ua/News/Detail?lang=en&id=7fbc96b9-14f8-4b2e-af1a-79c64172c8aa&title=ukraine-sets-new-record-for-grain-harvest-in-2022> (date of access: 13.02.2023);
3. Institute of Agrarian Economics. (2022). Agricultural market of Ukraine in 2021-2022. URL: <https://iae.org.ua/wp-content/uploads/2022/01/Agricultural-Market-of-Ukraine-in-2021-2022-UA.pdf> (date of access: 13.02.2023);
4. World Bank. (2022). Ukraine Agriculture Sector Review. URL: <https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/ECA/Ukraine/2022-agriculture-sector-review-ukr.pdf> (date of access: 13.02.2023);
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Ukraine Country Profile. URL: <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=ukr> (date of access: 13.02.2023);
6. European Bank for Reconstruction and Development. (2023). Information bulletin: Support for the agribusiness sector in Ukraine. URL: <https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/ukraine-agribusiness-support-programme-ii.html> (date of access: 13.02.2023);
7. Official website of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. URL: <https://minagro.gov.ua/> (date of access: 13.02.2023).

**Ігор КОВАЛЬ<sup>16</sup>,**

Студент 4 курсу денної форми навчання,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет,  
Вінниця, Україна.

## **ЗАХИСТ КУКУРУДЗИ**

***Анотація.** Покращення врожайності кукурудзи, яке почалося з впровадженням гібридної кукурудзи майже століття тому, продовжується до наших днів. Ефективне застосування фіто-санітарних засобів залежить, серед інших факторів, від правильного вибору форсунок і об'ємної норми внесення розчину. У даній статті представлено процес вивчення особливостей захисту кукурудзи від шкідників.*

***Annotation.** Improvements in corn yields, which began with the introduction of hybrid corn almost a century ago, continue to this day. The effective use of phytosanitary means depends, among other factors, on the correct choice of nozzles and the volumetric rate of application of the solution. A successful article presents the process of studying the features of protecting corn from pests.*

**Вступ.** Як відомо, кукурудза є однією із стратегічних та найцінніших кормових культур. Вона має широке застосування та важливе значення як харчова культура, корм для тварин, і як сировина для багатьох промислових продуктів. За врожайністю зерна переважає всі зернові культури.

Кукурудза, як культура широкого способу сівби має важливе агротехнічне значення. При дотриманні вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів з розпушеним ґрунтом. Також залишається значна частина органіки у вигляді стеблових решток і коріння. Кукурудза є гарним попередник для зернобобових та ярих зернових культур. Гірший для озимих зернових, оскільки після неї трудніше якісно підготувати ґрунт до сівби.

Кукурудза вирощується у різних регіонах України, але найбільші площі під цією культурою розташовані в центральних та південних областях країни, таких як Вінницька, Полтавська, Черкаська, Кіровоградська, Чернігівська, Сумська та інші.

**Виклад основного матеріалу.** Без застосування високоефективної захисту кукурудзи від шкідників, хвороб і бур'янів отримати стабільно високий урожай практично неможливо. І в сучасних умовах при використанні активної технології обробітку, якісний хімічний захист кукурудзи відіграє ключову роль.

Комплексну систему захисту кукурудзи необхідно починати з якісного протруювання насіння, так як такий захист кукурудзи допоможе запобігти розвитку пліснявіння, кореневих і стеблових гнилей, пухирчастої сажки та оберегти посіви від різних пошкоджень шкідниками і повністю ліквідувати насінневу інфекцію.

---

<sup>16</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Вергелес Павло.

В табл. 1 вказано інформацію про препарати, які рекомендують при протруюванні насіння кукурудзи.

**Таблиця 1.**

**Протруювання насіння кукурудзи рекомендують проводити такими препаратами [1]**

Назва препарат	Вид протруйника	Шкодочинні об'єкти	Норма витрати препарату
ПОНЧО FS 600 т.к.с.	Інсектицидний	Західний кореневий жук, підгризаючі совки, дротяник, довгоносик, муха паросткова, муха шведська, попелиця кукурудзяна, цикадки, листоблішка зонтична	10 л/т
Вітавакс 200 ФФ, вск.	Фунгіцидний	Гельмінтоспоріозна коренева гниль, Офіобольозна коренева гниль, Пітієва коренева гниль, Пліснявіння насіння, Сажка кам'яна (тверда), Сажка летюча, Сажка пухирчаста, Стеблова гниль, Фузаріозна коренева гниль, Церкоспорельозна коренева гниль, Чорна коренева гниль	2,5–3,0 л/т
Вертекс	Регулятор росту		0,5 л/га
Редіго М 12%, т.н.	Фунгіцидний	Гельмінтоспоріозна коренева гниль, Пітієва коренева гниль, Сажка летюча, Фузаріозна коренева гниль	0,7–1,5 л/т

Для огляду варто вказати про властивості кожного препарату, котрий вказано в табл. 1. Пончо FS 600 т.к.с. сприяє захисту від широкого спектру ранніх шкідників, щоб допомогти підвищити силу та підвищити потенційну врожайність кукурудзи:

- Забезпечує широкий спектр контролю проти різноманітних комах-шкідників, включаючи блощиць і чорної совки в кукурудзі.
- Забезпечує ефективний контроль контактної та системної діяльності.
- Для зручності застосовуйте в поєднанні з фунгіцидами для насіння.

Переваги Пончо 600 FS:

- Пончо 600 для обробки насіння містить клотіанідин, активний інгредієнт інсектициду групи 4, для забезпечення широкого спектру боротьби з різноманітними комахами-шкідниками, включаючи чорну совку та кукурудзяну личинку в кукурудзі.
- Забезпечує ефективний контроль контактної та системної діяльності.
- Для зручності Пончо 600 можна застосовувати в комбінації з фунгіцидами, що вносяться на насіння.

Вітавакс – текучий протравлювач для обробки насіння зернових, кукурудзи, цукрової кукурудзи та бавовнику на експорт.

Системний фунгіцид, який використовується як засіб захисту насіння, який активно контролює хвороби, що передаються через ґрунт і насіння [2].

Спосіб застосування: при обприскуванні насіння слід обприскувати насіннєвий матеріал у рекомендованій дозі, і слід переконатися, що кожне насіння повністю забруднене частинками продукту. Якщо обприскування буде

проводитися спеціальним обладнанням, калібрування слід проводити відповідно до інструкції з використання інструменту. Вітавакс 200 FF можна як безпосередньо змішувати з насінням, так і вводити шляхом змішування з водою. Для цього важливий тип насіння, яке буде оброблятися, і спосіб обприскування.

Сумісність: можна змішувати з багатьма пестицидами, за винятком висококислотних або лужних. Якщо він буде використовуватися із змочуваними порошками, порошок спочатку слід розчинити у воді, а потім можна додати Вітавакс 200 FF.

Вертекс – як відомо є регулятором росту. Даний препарат є системним фунгіцидним протруйником захисної та лікувальної дії, котрий призначений для боротьби з комплексом збудників хвороб.

Вміст діючої речовини – Металаксил-М, 350 г/л. Хімічна група – феніламіди. Препаративна формула – концентрат, що тече. Класифікація ВООЗ – III клас (малотоксичний). Саме тому цей препарат рекомендується при протруюванні кукурудзи.

Що стосується Редіго М 12%, т.н., то фаза внесення – це гелмінтоспориозна коренева гниль, пітієва коренева гниль, сажка летюча, фузаріозна коренева гниль.

Слід врахувати, що норма витрат препарату полягає в передпосівній обробці насіння суспензією препарату.

Обробка насіння виявилася зручним методом боротьби з ранніми комахами та хворобами, а також сприянням росту рослин на початку сезону. Закріплення насаджень є одним із найважливіших факторів, що сприяють урожайності. Багато речей можуть обмежити створення насаджень, і обробка насіння кукурудзи часто може допомогти зберегти потенційну врожайність і якість зерна [3].

Обробка насіння дозволяє зменшити вплив активного інгредієнта – приблизно пів унції звільняють акр ґрунту. Розміщення активних інгредієнтів поблизу насіння створює зону захисту всередині та навколо насіння з потенційно меншим впливом на навколишнє середовище. Обробка насіння також може зменшити або виключити кількість інсектицидних обприскувань листя завдяки цілеспрямованому захисту від комах-шкідників. Інші переваги, які виробники можуть отримати від обробки насіння, включають:

- Хороша поява сходів і здоров'я рослин, особливо при нульовому або консерваційному обробітку ґрунту.

- Захист від деяких надземних і підземних шкідників, у тому числі тих, що викликають грибкові, бактеріальні та вірусні захворювання.

- Високий потенціал врожайності та можливе скорочення використання природних ресурсів, енергії, фінансових ресурсів і праці.

Різні способи обробки насіння використовуються окремо або в комбінації, щоб допомогти усунути низку шкідників, хвороб і дефіцит поживних речовин, а також покращити ріст рослин. Ці обробки включають інсектициди, фунгіциди, нематоциди та біопрепарати. Фунгіциди допомагають захистити від хвороб, що передаються через ґрунт і насіння, включаючи



фузаріоз, *Rhizoctonia solani*. Біопрепарат додають новий компонент до пропозиції для обробки насіння. Acceleron BioRise 360 ST призначений для посилення мікоризних спор і сприяє мікоризному симбіозу в кореневій зоні. Пропозиції інсектицидів і нематоцидів відрізняються залежно від ознак і класу.

Основна цінність обробки насіння – збільшення стояння або кількості рослин, які виходять із ґрунту. Рослини також матимуть здорову кореневу систему, що дозволить їм отримати активний старт. Іншою побічною перевагою обробки насіння може бути зменшення потрапляння хвороботворних грибів, які знаходяться на насінні, у вільний від патогенів ґрунт.

Мікробні спільноти є важливими для здоров'я ґрунту, але застосування фунгіцидів може істотно вплинути на їх структуру. Важко передбачити, чи нецільові збудники застосованих фунгіцидів у ґрунті завдадуть шкоди посівам. Тебуконазол – триазоловий фунгіцид, який можна використовувати для обробки насіння і, таким чином, вносити в ґрунт. Однак тебуконазол, що вноситься в насіння, має потенційний ризик спричинити погану появу сходів кукурудзи (*Zea mays*) [4].

Біологічні тести на середовищах, доповнених тебуконазолом, показали, що тебуконазол може пригнічувати ґрунтові гриби, водночас дозволяючи *Rhizium* рости. Види *Rhizium*, які головним чином сприяють гнилі насіння кукурудзи, були більш патогенними за більш низьких температур. Крім того, нецільовий агент біоконтролю *Trichoderma spp.* був сильно інгібований тебуконазолом. У сукупності нецільовий ефект тебуконазолу, ймовірно, незначний за сприятливих умов вирощування рослин, але значний через низькотемпературний стрес.

Ґрунти забезпечують комплексне середовище існування для широкого спектру мікроорганізмів, які важливі для життєздатності рослин, а фактори, що впливають на мікробні спільноти ґрунту, можуть бути важливими для виробництва сільськогосподарських культур. Застосування фунгіцидів у ґрунті є одним із факторів, які можуть вплинути на мікробні популяції ґрунту.

**Висновок.** Отже, кукурудза, яка не заражена комахами, не має вбудованого захисту від важливих комах, які обкрадають урожай, що робить її вразливою для голодних шкідників. Як наслідок, фермерам доводиться приділяти додатковий час і гроші, щоб постійно шукати ознаки економічно шкідливих комах-шкідників і боротися з ними за допомогою інсектицидів, що застосовуються в ґрунті або позакореновому листі, або інших методів, щоб захистити їхній потенціал врожайності.

Насіння кукурудзи, захищене за допомогою SmartStax PRO з технологією RNAi, може зрештою заощадити гроші фермерів, коли прийде час збирати врожай. Захищаючи кукурудзу від коренів до колосся, технологія SmartStax PRO дозволяє фермерам бути впевненими, що їхня кукурудза отримує максимальний захист від комах, які грабують урожай протягом усього сезону.

## Список використаних джерел

1. Вирощування кукурудзи 2023.  
[https://zaxid.net/koli ta yak saditi kukurudzu u 2023 rotsi termini ta pravila n1 563185#](https://zaxid.net/koli-ta-yak-saditi-kukurudzu-u-2023-rotsi-termini-ta-pravila-n1-563185#) (дата звернення 23.09. 2023 р.)
2. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
3. Кабанець В. М., Собко М. Г. та ін Особливості вирощування кукурудзи на зерно в умовах північно-східного Лісостепу України. Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу, 2022. 48 с.
4. Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Біла Церква, 23 квітня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. 54 с.

**Ангеліна КОЗАК<sup>17</sup>,**  
студентка 2 курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницького національного аграрного університету  
Вінниця, Україна

### **КОЛОРАДСЬКИЙ ЖУК (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY.), – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК КАРТОПЛІ**

***Анотація.** У даній статті висвітлено особливості біології колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) та методів обмеження чисельності даного виду. На території України колорадський жук залишається найнебезпечнішим шкідником картоплі та інших культур. Через високу плодючість жука та його раціон живлення і пристосованість до умов середовища існування, він став найбільшою проблемою для тих, хто вирощує пасльонові культури. Тому, ми вирішили дати конкретні пропозиції щодо обмеження чисельності з даним фітофагом.*

***Annotation.** This article highlights the peculiarities of the biology of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) and methods of limiting the number of this species. On the territory of Ukraine, the Colorado potato beetle remains the most dangerous pest of potatoes and other crops. Due to the high fecundity of the beetle and its diet and adaptability to habitat conditions, it has become the biggest problem for those who grow nightshade crops. Therefore, we decided to give specific proposals for limiting the number of this phytophagous.*

---

<sup>17</sup>Науковий керівник: Кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Ніна Рудська.

**Вступ.** Картоплепродуктовий підкомплекс є одним із найважливіших ланок агропромислового виробництва картоплі в Україні, який вимагає все нових і нових кардинальних заходів та сучасного усвідомлення шляхів розв'язання проблем щодо вирощування та забезпечення всіх верств населення цим універсальним продуктом харчування.

Серед напрямків виробництва актуальним залишається питання захисту картоплі від основних шкідників, серед яких слід виділити колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), який є основним лімітуючим фактором в отриманні якісного врожаю.

Колорадський жук добре відомий шкідник картоплі та деяких інших сільськогосподарських культур у багатьох країнах. Щорічні втрати врожаю картоплі від цього шкідника в Україні сягають 7–10%. Картоплю в нашій країні вирощують на площі 1,3 млн. гектарів із середньою урожайністю 30-33 т/га., тоді як потенційна урожайність більшості сортів перевищує 40 т/га. [1].

**Виклади основного матеріалу.** Неможна недооцінити значення картоплі, яку ще називають «другим хлібом», вона є важливою продовольчою, технічною і кормовою культурою. Бульби картоплі широко використовують у різноманітних галузях промисловості для виробництва крохмалю, спирту, молочної кислоти, ацетону. Картопля – основне джерело калію, який відіграє велику роль у нормалізації водного обміну та підтриманні нормальної роботи серця, в ній міститься багато вітаміну С, білок картоплі вважають найбільш повноцінним, адже містить всі незамінні амінокислоти [2].

Шкода від колорадського жука полягає в тому, що шкідливими стадіями в нього є як імаго, так і личинки. Останні в декілька разів шкодочинніші порівняно з дорослими особинами. Велика чисельність личинок на картоплі здатна призвести до її знищення, якщо вчасно не провести захисні заходи [2].

В Європу колорадський жук був завезений в 1920 р. з Північної Америки (штат Колорадо) з військовим вантажем. В Україні у Волинській, Закарпатській та Львівській областях шкідник вперше виявлений в 1949 р., але своєчасно був ліквідований до 1957 р. А пізніше у 1959 р. у зв'язку з масовим проникненням ентомофага із Угорщини і Польщі колорадський жук поширився по всій території України. Масовому поширенню шкідника в Україні сприяють погодні умови, відсутність природних ворогів, велика плодючість та необмежена кормова база. Він пристосувався до теперішніх кліматичних умов, йому не страшні ні сильні морози, ні виснажлива спека, ані тимчасова відсутність корму, він може до місяця залишатися без їжі [3].

При сприятливих умовах самиця жука за одне літо може дати 3 покоління, що становить 80 мільйонів особин, які можуть знищити близько 100000 кущів картоплі на площі 2 гектари.

*Leptinotarsa desemnineata* Say. належить до родини Листоїди (Chrysomelidae), ряду Coleoptera. Жук овальної форми, зверху опуклий, довжиною тіла 10 мм. На жовто-оранжевому фоні надкрил виділяються десять темних смуг. Живиться листям (рис.1)



*Рис. 1. Імаго колорадського жука та пошкодження жуком та личинкою рослин картоплі*

Минулого століття досягла великих вершин така наука як біологія через те, що людина починала втручатися у життя природи. Біотехнологічні компанії на сільськогосподарських угіддях створили без застосування класичних селекційних методів, генетично модифіковані сільськогосподарські культури: кукурудзу, пшеницю, картоплю, сою, рис, тютюн [4].

На початку 2002 року генетично модифіковані культури, вирощували понад 5 мільйонів фермерів здебільшого у США, Аргентині, Канаді, Китаї. Хоча є ті країни, які проти трансгенних культур на своїй території. Великобританія проти того щоб в них на території було комерційне використання ГМО рослин, більшість країн і членів ЄС та Японія заборонили експортування до себе продуктів виготовлених з таких рослин.

Декілька років назад в Україну потрапила трансгенна картопля. Вважалося, що ті токсини які виробляла сама рослина, не сприймаються організмом колорадських жуків. Тому картопля вважалася новинкою для науковців та аграріїв, на рахунок цього велася дискусія.

Можна стверджувати, що Україна пережила велику трансгенну навалу. Використовуючи можливість відсутності в нашій державі законодавство про безпеку при створенні, випробуванні та використанні генетично модифікованих організмів, навіть дилетанти розгорнули вирощування на полях господарств 5 областей, насіння картоплі яка була модифікована за допомогою генної інженерії.

Було прикладено багато зусиль, щоб таку картоплю змогли вписати до Державного реєстру районних та перспективних сортів для того щоб дати офіційно відкриту дорогу в масове виробництво. Багато років боротьби з колорадським жуком до позитивних результатів не привела. Цей шкідник з кожним роком набуває все стійкішого і кращого імунітету, що використання проти нього різних отрут – це мало ефективна справа. Доволі відомий факт, що коли людина обробляє картопляне поле отрутами, то колорадський жук почуває себе ліпше, ніж людина яка ці поля обробляє. Отрута проникає в систему рослини і картопляні бульби стають небезпечними продуктами харчування. Через обробку картопляного поля отрутою, людина вдихає пари цієї отрути та отримує вагомий ступінь отруєння, який негативно впливає на її здоров'я. Саме через цю діяльність можуть виникати різні захворювання, навіть онкологічні.

Через швидке розмноження та пристосування колорадського жука, поля приходиться обробляти щонайменше два рази, а то і більше. Через короткий час між обробкою полів отрутами, людина поступово стає інвалідом [5].

Ґрунт, який знаходиться на місці посадки картоплі, насичується отрутою, починає деградувати і постійні посадки картоплі на одному і тому самому місці, передбачають непоправні наслідки для життя там людини. Саме тому, тим ділянкам потрібно давати певний відпочинок або знімати верхній шар ґрунту з вивезенням його у спеціальне місце, де він не буде шкодити навколишньому середовищу. Доволі часті випадки, що після обробки ділянки картоплі отрутою, людина знаходиться у важкому стані. На цих ділянках де декілька років підряд оброблялася отрутою картопля, небезпечно сіяти навіть зернові культури [6].

Перед тим як колорадський жук з'явився на території України, то до нас завезли отрути з усього світу стільки, щоб її вистачило для отруєння всього населення країни, проте не колорадського жука. Є багато думок, що коли всі люди водночас оброблять отрутою поля картоплі, то колорадський жук загине на всій території країни, але в це віриться з великим трудом. Через високу стійкість до різних отрут, через швидку плодючість колорадського жука, люди зневірилися та чекають захисту від наших вчених. Для МНС колорадський жук – теж має визначитися як глобальна надзвичайна ситуація.

Як все-таки боротися з колорадським жуком?

Щоб існуючі на полях шкідник не винищив весь майбутній урожай, винайшли декілька методів боротьби з ним. Поділяються вони на декілька груп:

*Хімічний.* У великих фермирських господарствах проти колорадського жука найчастіше використовують різні пестициди. Ці засоби несуть високу ефективність та надійність, показують швидкий результат, комахи гинуть вже на протязі 2–3 днів після внесення яду. Мінус такого захисту є те, що шкідник поступово звикає до цього припарату, і адаптувавшись, продовжує поїдання рослини. Мінусом ще такого захисту є те, що люди також негативно ставляться до приймання в їжу кропленої картоплі.

*Біологічний.* На невеликих городах люди застосовують деревну золу проти шкідника. Також використовують розчин сечовини, причому використання такого розчину є додаткове удобрення азотом і сам ґрунт. Ще у жука добре розвинутий нюх, тому можна використовувати різні настоянки, наприклад з кульбаби, хвоща, полину або ж з цибулевої луски. Садівники ще можуть використовувати для відлякування настоянки з листя тополі, цитрусових кірок, оцту, гіркового перцю. Мінусом такої боротьби є те, що вони не завжди ефективні. Вони більш відлякують комаху, але коли паразита вже багато на рослинах, то вони є неефективні.

*Механічні.* На малих територіях шкідника ще можуть збирати ручним способом, а потім спалюють або тиснуть, це теж є один з дієвих методів. Він дозволяє скоротити популяцію на ранніх термінах. Мінусом є те, що він є не придатним для великих площ насаджень, при сильному розповсюдженні комахи він також буде неефективним.

*Біологічний.* Засоби на основі бактерій і грибків. Вони є доволі ефективні, надійні, не несуть ніякої шкоди для навколишнього середовища та мають швидкий результат. Ці препарати не накопичують токсичні речовини в землі, тому після обробітку можна збирати урожай.

Після зими, при настанні першого тепла, ці жуки вибирають з -під землі і відразу можуть спаруватися. Після запліднення самки відкладають яйця, відкладають їх на внутрішню сторону листя. За один день вона відкладає до 70 яєць, а за сезон може і до тисячі. Яйця вилуплюються вже за 2–3 тижні, личинки одразу мають розмір 2–3 мм. З перших хвилин життя вони починають харчуватися. Через пару тижнів вони стають лялечкою і згодом вже дорослою особиною. У більш теплих регіонах за сезон може зрости 2–3 дорослих поколінь, а в прохолодних одне. У середньому ця комаха живе 1–2 роки, але якщо вона впадає у довгі діапаузи, то може і до трьох років.

**Висновки.** Отже, при вирощуванні картоплі та отримання сталих врожаїв, необхідно враховувати біологію розвитку короладського жука, щоб ефективно сформуванати систему захисту від фітофага, яка буде ґрунтуватись на комплексних методах обмеження чисельності і шкодочинності шкідника.

### Список використаних джерел

1. Поліщук І.С., Мацера О.О. Ефективність препарату Нановіт на посадках картоплі для підвищення біоенергетичної продуктивності сортів. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2014. Вип. 6. С. 152–159.
2. Трибель С.О. Колорадський жук. Київ.: Урожай, 2001. 38 с.
3. Колорадський жук. Методи боротьби [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://yamnytsya-otg.if.ua/2018/06/koloradskiy-zhuk-metody-borotby/>
4. Колорадський жук [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://superagronom.com/shkidniki-tverdokrili-coleoptera/koloradskiy-juk-id16580>
5. Колорадський жук як небезпечний шкідник картоплі та помідорів[Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/biolog/22908/>
6. Колорадський жук. Коли і чим обробляти? [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: [https://leto.ua/ua/article/koloradskiy\\_juk\\_kogda\\_i\\_chem\\_obrabatyivat](https://leto.ua/ua/article/koloradskiy_juk_kogda_i_chem_obrabatyivat)

**Свілана КОРЧИНСЬКА<sup>18</sup>,**  
Студентка 4 курсу денної форми навчання,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНИХ СИСТЕМ У СОЇ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ ЗА УМОВ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

***Анотація.** У статті розглянуто особливості формування і функціонування симбіотичних систем у сої різних генотипів за умов пестицидного навантаження. Відмічено негативний вплив гербіциду на формування бульбочок виробничим штамом *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6035 та одночасне зростання азотфіксувальної активності симбіотичних систем. Показано формування ефективного симбіозу штаму з гліфосат-толерантною соєю на чорноземному ґрунті, що підлягав багаторазовим обробкам гліфосатом, при цьому врожайність зерна підвищувалася на 46%.*

***Anotation.** The article examines the peculiarities of the formation and functioning of symbiotic systems in soybeans of different genotypes under the conditions of pesticide load. A negative effect of the herbicide on the formation of nodules by the production strain *Bradyrhizobium japonicum* UKM B-6035 and a simultaneous increase in the nitrogen-fixing activity of symbiotic systems were established. The formation of an effective symbiosis of the strain with glyphosate-tolerant soybean on black earth soil that was subjected to multiple treatments with glyphosate was shown, while the grain yield increased by 46%.*

**Вступ.** Соя – культура, яка уражується великою кількістю шкочинних патогенів, що призводить до значного недобору її врожаю. Величина втраченої продукції від шкідливих патогенів визначається, насамперед імуностійкістю сортів, умовами абіотичного характеру в момент прояву хвороби, а також біотичними чинниками. В свою чергу мікробні препарати під час їх застосування в сучасних аграрних технологіях відіграють все більшу роль в процесі формування врожаїв сільськогосподарських культур. Бактерії, що заселяють коріння, утворюють своєрідний біологічний «чохол» – ризосферу і є трофічними посередниками між ґрунтом і рослиною. Саме мікроорганізми є відповідальними за перетворення низки складних сполук у прості, доступні для живлення рослин. У системі «ґрунт – мікроорганізми – рослина» ґрунтові мікроорганізми є незамінною і невід'ємною складовою. У зв'язку з цим виникає потреба в застосуванні агроприйомів, спрямованих на збільшення кількості агрономічно цінних мікроорганізмів у ґрунтах. Одним із цих прийомів є застосування передпосівної інокуляції сільськогосподарських культур. Н. В. Пінчук стверджує, що в результаті інокуляції насіння рослина в оточенні повноцінного комплексу мікроорганізмів одержує необхідне корене

---

<sup>18</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Вергелес Павло.

живлення і, як наслідок, реалізує свій генетичний потенціал щодо продуктивності [11]. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М. вважають, що обов'язковим агрозаходом, який на 10-15% підвищує урожайність насіння сої, є передпосівна інокуляція насіння. У день сівби його обробляють високоселективними бактеріальними препаратами, зокрема ризогуміном, ризоторфіном, ризоаргіном, ризобофітом та ін. (200 г/га), де в одному грамі препарату міститься не менше 2,5 млрд. активних 130 бульбочкових бактерій. Особливо це важливо на тих ґрунтах, де сою вирощують вперше або тривалий час не вирощували [13].

**Виклад основного матеріалу.** Об'єкти досліджень – вискоєфективний виробничий штам бульбочкових бактерій сої з колекції відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6035 та рослини сої сорту Подільська 416 і гліфосат-толерантної лінії 40-3-2. Сорт сої Подільська 416 (селекції Інституту агроєкології і природокористування НААН та Вінницького національного аграрного університету) – середньоранній, високопродуктивний, стійкий до вилягання, з підвищеною холодо- та посухостійкістю. Сприятливі зони для його вирощування – Лісостеп і Степ. Лінія трансгенної сої 40-3-2 (гліфосаттолерантна соя, ГТС) створена компанією Monsanto Canada Inc. Основною її властивістю є стійкість до дії гліфосату, який використовують для боротьби з бур'янами. Завдяки генетичній модифікації ГТС нечутлива до гліфосату і здатна синтезувати ароматичні амінокислоти в умовах застосування гербіциду. Досліди проводили у НДГ Агрономічне ВНАУ. Сою вирощували в керамічних посудинах об'ємом 3 л на 2-х ґрунтових субстратах: сірому-лісовому малогумусному крупнопилуватосуглинковому, відібраному на полях, довгий час оброблюваних гербіцидом раундап (НДГ Агрономічне ВНАУ), і на торфосуміші. Схема досліджень містила такі варіанти: інокуляцію насіння; інокуляцію насіння і обробку рослин гербіцидом; обробку гербіцидом неінокульованих рослин; контроль (без інокуляції і без обробки гербіцидом). Інокуляцію насіння здійснювали виробничим штамом *B. japonicum* УКМ В-6035 з бактеріальним навантаженням 107кл./насінину. У варіантах з обробкою гербіцидом використовували комерційний препарат раундап (Монсанто, США) згідно з інструкцією фірми виробника. Масу кореневих бульбочок і зерна визначали за загальноприйнятими методиками. Нітрогеназну активність бульбочок сої оцінювали у фазі бутонізації – початку цвітіння. Установлено вплив раундапу на формування симбіотичного апарату ГТС на досліджуваних ґрунтосубстратах.

На ґрунті полів, де застосовували технології з використанням гліфосату, найчисленніший нодуляційний апарат у ГТ-рослин формувався за інокуляції насіння штамом *B. japonicum* УКМ В-6035 без використання раундапу: кількість бульбочок у 4,4 раза перевищувала контрольний показник. За обробки інокульованих рослин раундапом відбувалося пригнічення бульбочкоутворення у 1,5 раза, однак при цьому фактична азотфіксувальна активність симбіотичного апарату збільшувалася в 1,2 раза.



Таблиця 1.

**Формування та азотфіксувальна активність симбіотичного апарату гліфосат-толерантної сої лінії 40-3-2 (фаза бутонізації – початку цвітіння)**

Варіант	Контроль	Інокуляція V. japonicum	Інокуляція, обробка раундапом	Обробка раундапом
Сірий лісовий малогумусний				
Азотфіксувальна активність мкмоль C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /росл./год	0,37±0,01	0,22±0,08	0,27±0,1	0,42±0,03
Кількість бульбочок, шт./росл.	5±0	22±1	15±0	17±2
Маса бульбочок, г/росл.	0,35±0,05	0,28±0,01	0,33±0,02	0,49±0,03
Урожай, г/росл.	1,3±0,19	1,9±0,28	1,7±0,25	1,4±0,21
Торфосуміш				
Азотфіксувальна активність мкмоль C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /росл./год	0,73±0,02	0,19±0,02	0,74±0,24	0
Кількість бульбочок, шт./росл.	38±1	58±0	48±1	0
Маса бульбочок, г/росл.	0,49±0,01	0,37±0,01	0,39±0,01	0
Урожай, г/росл.	3,6±0,50	1,5±0,22	1,9±0,28	1,8±0,27

В умовах спонтанної інокуляції на фоні застосування раундапу нодуляційний процес посилювався порівняно з контролем у 3,4 раза за одночасного збільшення азотфіксувальної активності бульбочок на 13,5%. У варіанті з інокуляцією виробничим штамом без застосування раундапу було отримано найбільшу врожайність зерна, яка на 46,2% перевищувала врожайність сої в контрольному варіанті.

На торфосуміші в контрольному варіанті кількість бульбочок, сформованих у ГТ-рослин аборигенними штамми, була в 1,5 раза меншою, ніж у варіанті з інокуляцією виробничим штамом (табл. 1). В обох випадках зафіксовано пригнічувальну дію раундапу на нодуляційний процес. Кількість бульбочок у варіанті з інокуляцією зменшилася за обробки раундапом. На відміну від результатів, отриманих у досліді з чорноземом, де відзначено стимуляцію раундапом нодуляційної активності ендемних популяцій ризобій, за вирощування сої на торфосуміші відбувалося повне пригнічення спонтанного бульбочкоутворення на пестицидному фоні. Можливо, це пов'язано з адаптацією аборигенних ризобій до раундапу в чорноземному ґрунті під посівами ГТ-сої. Так, за даними Заболотного В.Г. та інших [8, 12]., з ризобій, вирощуваних на середовищі, збагаченому гліфосатом, було ізольовано ген CP4-EPШФС, що є основою генно-інженерної конструкції ГТС. Це свідчить про те, що в селективних умовах дії гліфосату можна досягти стійкості деяких представників бактеріальних популяцій до цього гербіциду спонтанними мутаціями або горизонтальним перенесенням генів. Подібний ефект спостерігали під час дослідження нецільового впливу гербіцидів на

ризосферні мікроорганізми [2, 3, 5, 9]. Описані процеси, імовірно, впливають на розвиток мікробіоценозів за багаторазового застосування гліфосату, що позначається на ефективності мікробно-рослинних систем. Нодуляційний апарат інокульованих рослин на чорноземі й на торфосубстраті вирізнявся найбільшою чисельністю бульбочок, але найменшою азотфіксувальною активністю, яка за обробки раундапом зростала в 3,9 раза. Отже, раундап пригнічував бульбочкоутворення виробничим штамом у ГТС на обох субстратах. Однак при цьому відбувалося стимулювання азотфіксувальної активності бульбочок, що, можливо, пов'язано з високим адаптаційним потенціалом штаму. Крім того, деякі ризобії використовують гліфосат або продукти його деградації як субстрат [4]. До деструкції органофосфатів здатні й інші представники ґрунтової біоти [11]. Під час вивчення ефективності промислового штаму *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6035 на сорті Подільська 416 як субстрат використовували ґрунт дослідного поля НДГ Агронімічне ВНАУ (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Формування та азотфіксувальна активність симбіотичного апарату сої сорту Подільська 416 (фаза бутонізації – початку цвітіння)**

Варіант	Контроль	Інокуляція В. японісум	Інокуляція, обробка раундапом	Обробка раундапом
Сірий лісовий малогумусний				
Азотфіксувальна активність мкмоль С <sub>2</sub> Н <sub>2</sub> /росл./год	0,39±0,06	0,60±0,10	0,42±0,06	0,60±0
Кількість бульбочок, шт./росл	8±0	37±0	23±1	8±0
Маса бульбочок, г/росл.	0,38±0,05	0,58±0,02	0,60±0,03	0,40±0
Урожай, г/росл	2,0±0,30	1,9±0,28	*	*
*Загибель рослин наприкінці вегетації.				

У варіанті з інокуляцією на фоні застосування раундапу спостерігали пригнічення бульбочкоутворення та азотфіксувальної активності відповідно в 1,6 та 1,4 раза порівняно з інокульованими рослинами на природному фоні. За однакової вірулентності ендемних ризобій на контролі та у варіанті з раундапом спостерігали підвищення азотфіксувальної активності бульбочок у 1,5 раза за умов застосування гербіциду.

**Висновок.** За вирощування ГТС на обох субстратах раундап пригнічував формування бульбочок виробничим штамом, але стимулював їх азотфіксувальну активність. Виробничий штам *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6035 на чорноземному ґрунті, що піддавався багаторічному впливу гліфосату, формував ефективний симбіоз із гліфосат-толерантною соєю, що сприяло зростанню врожайності зерна на 46%. Аборигенні ризобії чорноземного ґрунту виявилися адаптованими до гліфосату і виявляли більшу

вірулентність та азотфіксувальну активність, водночас фізіологічна активність ендемних ризобій торфосуміші повністю пригнічувалася раундапом.

### Список використаних джерел

1. Єрмакова І.Т., Шушкова Т.В., Леонтьевский А.А. Микробна деструкція органофосфатів ґрунтовими бактеріями. Мікробіологія. 2020. Т. 77, № 5. С. 689–695.
2. Araujo A.S.F. Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils/ A.S.F. Araujo, R.T.R. Monteiro, R.B. Abarkeli// *Chemosphaere*. 2017. 52, № 5. P. 799 – 804.
3. Chakravarty P. Non-target effect of herbicides: I. effect of glyphosate and hexazinone on soil microbial activity. Microbial population, and in-vitro growth of ectomycorrhizal fungi/ P. Chakravarty, L. Chatarpaul//*Issue Pesticide Science*.2015. V. 28, № 3. P. 233–241.
4. Liu c.-M., P.A. McLean, C.C. Sookdeo et al. (2022). Degradation of the herbicide glyphosate by members of the family Rhizobiaceae. *Appl. Environ. Microbiol.* V. 57. P. 1799–1804.
5. Glyphosate affects micro-organisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans/ L.H.S.Zobiolo, R.J. Kremer, Jr R.S. Oliveira, J. Constantin//*J. of Appl. Microbiol.* 2018. V. 110, № 1. P. 118–127.
6. Hardy R.W.F. Application of the acetyleneethylene assay for measurement of nitrogen fixation/R.W.F. Hardy, R.C. Burns, R.D./ Holsten// *Soil. Biol. Biochem.* – 2021. 5, № 1. P. 41–83.
7. Metabolism of gluphosate in *Pseudomonas* sp. Strain LBr/G.S. Jacob, L.E. Garbow, L.E. Hallas et al.//*Appl. Environ. Microbiol.* 2015. V. 54, № 12. P. 2953 – 2958.
8. Molecular basis for the herbicide resistance of Roundup Ready crops/T. Funke, H. Han, M.L. Healy-Fried et al.//*Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. 103. P. 13010–13015.
9. Ratcliff A.W. Changes in microbial community structure following herbicide (glyphosate) additions to forest soils/A.W. Ratcliff, M.D. Busse, C.J. Shestak//*Applied Soil Ecology*. 2019. 34, № 2. P. 114–124.
10. <https://www.transgen.de/anbau/592.gentechnisch-veraenderte-pflanzen-anbauflaechen.html>
11. Окрушко С.Є. Гербологія: Методичні вказівки для виконання практичних робіт здобувачами вищої освіти факультету агрономії та лісівництва денної форми навчання галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» освітнього рівня: першого (бакалаврського) / С.Є. Окрушко; Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ, 2021. 82 с.
12. Заболотний Г. М., Мазур В. А.,Циганська О. І., Дідур І. М., Циганський В. І., Панцирева Г. В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності. Вінниця: ВНАУ, 2020
13. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД». 2022. 220 с.

**Валентин КОСТУР<sup>19</sup>,**  
студент 2-го курсу навчання,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ НАСІННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

***Анотація.** Проблема ключових хвороб сої для сільськогосподарського сектору полягає в тому, що вони можуть спричинити значні втрати врожаю та зниження якості сої. У даній анотації досліджуються основні ключові хвороби сої, такі як фузаріоз та аскохітоз. Для кожної хвороби наведено інформацію про симптоми, поширення, шляхи передачі та можливі наслідки.*

*Також розглядаються методи діагностики та контролю цих хвороб, включаючи використання стійких сортів, застосування хімічних препаратів та культурних практик. Ця анотація може бути корисною для дослідників, сільськогосподарських працівників та фермерів, які зацікавлені в покращенні вирощування сої та зменшенні втрат врожаю.*

***Annotation.** The problem of key soybean diseases for the agricultural sector is that they can cause significant yield losses and lower soybean quality. This abstract explores the main key soybean diseases such as Fusarium and Ascochyta. For each disease, information is provided on symptoms, distribution, transmission routes and possible consequences.*

*Methods for diagnosing and controlling these diseases are also discussed, including the use of resistant varieties, chemicals, and cultural practices. This summary may be useful for researchers, agricultural professionals, and farmers interested in improving soybean production and reducing yield losses.*

***Ключові слова.** соя, захворювання, аскохітоз, фузаріоз, елементи технології, патоген.*

**Вступ.** Проаналізувати зміни у видовому складі захворювань сої, які були актуальними 2022-2023 рр. Також, визначити ключові елементи технології захисту та інструменти, які допоможуть фермерам побудувати ефективну схему захисту та передбачити розвиток проблем на полі вчасно.

Встановлено та проведено порівняльний аналіз даних про захворювання сої, що були актуальними минулого сезону та цього сезону. Було визначено основні види захворювань, які спостерігалися в цей періодах, а також було виявлено зміни у їх видовому складі [2].

Ключовими елементами технології захисту сої, розглянуті методи профілактики захворювань, такі як обробка насіння перед посівом, використання різних видів обробки ґрунту та внесення добрив [1, 5].

**Виклад основного матеріалу.** Захист сої від хвороб зазвичай не отримує достатньої уваги порівняно зі зерновими сільськогосподарськими культурами.

---

<sup>19</sup>Науковий керівник – кандидат с.-г наук, доцент Олег Колісник.

Однак, це може бути неправильним підходом, оскільки хвороби сої можуть суттєво знизити врожайність і якість продукції [3].

Хвороби сої можуть бути спричинені різними факторами, такими як грибки, бактерії, віруси та інші патогени. Діагностування цих хвороб в полі за візуальною симптоматикою може бути складним, оскільки багато з цих хвороб мають схожі симптоми, що може призвести до помилкової діагностики та неправильного застосування методів контролю. Що ми взагалі знаємо про хвороби сої та чому їх діагностування в полі за візуальною симптоматикою викликає складнощі?

Україна спостерігає зростання посівних площ під вирощування сої, що є важливою тенденцією. Прогнозується, що врожай сої цього року становив близько 2,5-2,7 мільйонів тонн. З відкриттям європейських ринків аграрні виробники України проявляють зацікавленість у виробництві та експорті насіння сої. Внаслідок цього, якість зерна стає ключовим фактором, що впливає на його споживчу цінність та конкурентоспроможність на ринку [4].

Вирощування здорової та якісної сої має велике значення, оскільки якість зерна впливає на його використання в харчовій, кормовій та промисловій сферах. Зерно сої повинне відповідати низці показників, таких як вміст білку, жирів, амінокислот та інших характеристик. Важливо вирощувати сою без захворювань та шкідників, що можуть негативно вплинути на якість та придатність зерна для використання [3, 5].

Аграрні виробники повинні звертати увагу на високу якість зерна сої та дотримуватися найкращих практик з вирощування та збереження. Ефективні методи захисту від хвороб та шкідників, використання високоякісних насінневих матеріалів та дотримання правильних агротехнологій можуть сприяти отриманню "здорового" та якісного зерна сої.

Таким чином, розвиток виробництва сої в Україні та поступове відкриття європейських ринків ставлять вимоги до якості зерна, що вирощується. Важливо віддавати належну увагу цим аспектам, щоб забезпечити конкурентоспроможність та задоволення попиту на високоякісну сою [1, 4].

Недостатня увага приділяється захисту сої від хвороб, що може бути помилковим підходом. Хвороби сої можуть значно знизити врожайність і якість продукції, а також призвести до фінансових втрат для аграрних виробників. Важливо правильно ідентифікувати патогени, виявити їх рано, встановити наявність фітопатогенів у конкретному агробіоценозі та прогнозувати їхній розвиток залежно від погодних умов для успішного контролю хвороб сої.

Діагностика та контроль хвороб насіння сої вимагають наукового та системного підходу. Для досягнення високої якості та продуктивності вирощування сої, аграрні виробники повинні бути досить інформованими про різноманітні хвороби, які можуть впливати на їхні культури. Важливо виявляти патогени, визначати їхні види та зрозуміти, як вони взаємодіють з рослинами в різних умовах.

Врахування погодних умов, які можуть вплинути на розвиток хвороб, також є дуже важливим. Зміни в кліматичних умовах, що відбуваються в агрокліматичних факторах, можуть впливати на захворювання та їх

інтенсивність. Тому необхідно мати системи моніторингу, які допомагають правильно та своєчасно виявляти зміни у погоді і адаптувати заходи боротьби з хворобами сої відповідно.

Проаналізувавши та отримавши дані на дослідному полі ВНАУ за 2022-2023 рік (табл.1) можна зробити висновок, що результати свідчать про сталий розвиток фузаріозу, зменшення рівня ураження насіння аскохітозом в 2023 році порівняно з 2022 роком. Причиною є як вчасне застосування якісних засобів захисту рослин, так і погодних умов.

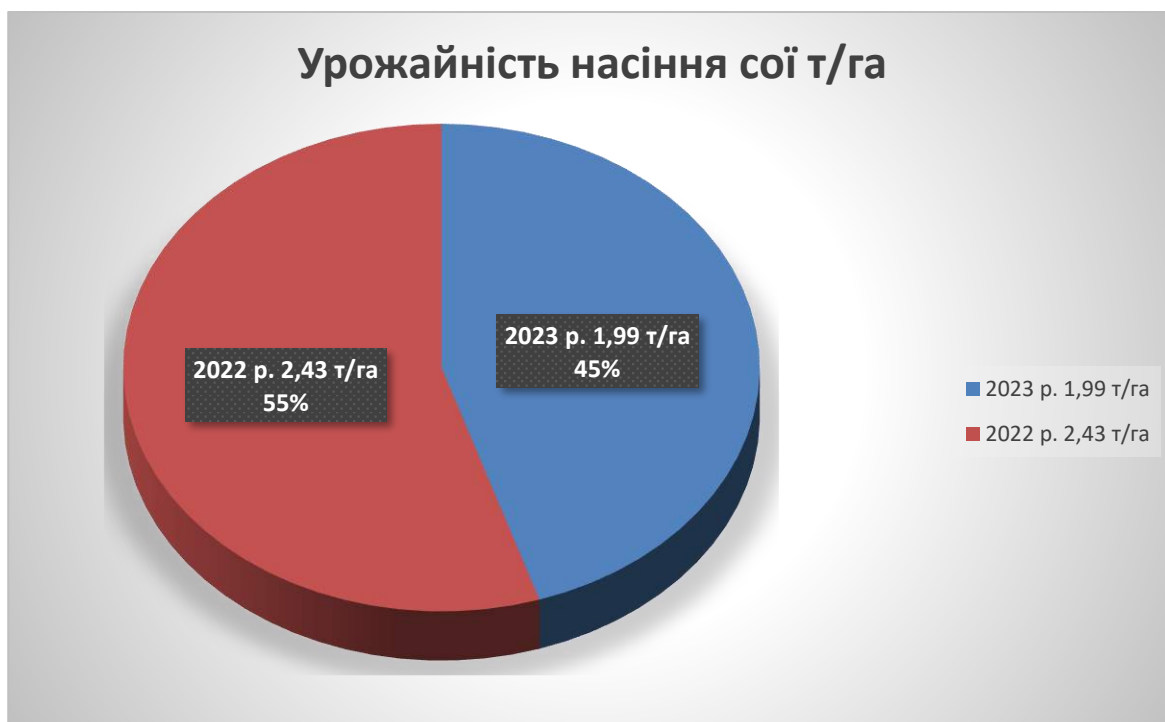
**Таблиця 1**

**Рівень ураження насіння аскохітозом та фузаріозом %  
в 2022-2023 рік**

Рік	Кількість зразків	Аскохітоз		Фузаріоз	
		Сер.	Макс.	Сер.	Макс.
2022	752	5,4	10,2	22,1	35,6
2023	326	6,3	12,2	20,8	32,9

Продукт для ефективної обробки насіння бобових культур, Вайбранс RFC, він є ефективним рішенням для одночасного контролю фузаріозу та аскохітозу. У складі цього препарату містяться флудиоксоніл 25 г/л, металаксил М 37 г/л та Седаксан 50 г/л, що забезпечують потужний захист насіння та сходів від різноманітних хвороб. Окрім того, Вайбранс RFC має спеціальне формулювання, яке дозволяє безпечно застосовувати його разом з азотфіксуючими бактеріями.

Отже, урожайність насіння сої в 2023 році була дещо вищою за попередній 2022 рік що врожайність насіння сої була вищою 0,44 т/га рис.1.



**Рис. 1 Урожайність насіння сої**

При правильному та своєчасному застосуванні Вайбранс RFC, разом з іншими важливими агротехнічними практиками, можна очікувати покращення урожайності та якості бобових культур, зменшення втрат від хвороб та підвищення загальної продуктивності. Використання таких інноваційних продуктів допомагає аграрним виробникам досягати кращих результатів у своїй діяльності.

Фактори, які можуть вплинути на ефективність захисту від захворювань:

**Вибір сорту:** Стійкість обраного сорту до різних збудників хвороб може впливати на тактику фунгіцидного захисту та вибір препарату. Наприклад, деякі сорти можуть бути більш уразливими до певних хвороб і потребувати спеціального підходу, в той час як інші сорти можуть бути менш схильними до захворювань. Крім того, ефективність різних фунгіцидів може залежати від біологічних особливостей збудників хвороб та стану рослин на різних стадіях росту.

**Погодні умови:** Багато хвороб вимагають наявності певного рівня краплинної вологи, оптимального діапазону температур та вологості повітря для свого розвитку. Наприклад, вологі умови можуть сприяти поширенню певних грибкових хвороб, тоді як сухіша погода може знизити ризик їхнього розвитку.

**Агротехніка:** Використання належних методів може сприяти зниженню ризику виникнення хвороб. Наприклад, чергування посівів, правильна обробка ґрунту та контроль щільності посіву зможе позитивно вплинути на стан рослин і зменшити загрозу зараження різними хворобами.

Загалом, при забезпеченні ефективного захисту рослин від хвороб важливо враховувати ці ключові фактори та впроваджувати відповідні заходи. Комбінування правильного вибору сортів, оптимальних агротехнічних практик та застосування відповідних фунгіцидів може допомогти досягнути більш ефективного контролю над хворобами та забезпечити високу урожайність культур.

**Висновок.** Отже, використання належних агротехнічних методів може сприяти зниженню ризику виникнення хвороб. Успішність захисту від хвороб залежить від багатьох факторів, але спеціалізовані сервіси, такі як фітоекспертиза рослинного й насінневого матеріалів та прогнозування розвитку захворювань, разом з надійними фунгіцидними засобами, протруйником Вайбранс RFC, можуть допомогти досягти поставлених цілей точно.

Ці сервіси допомагають аграрним виробникам отримати інформацію про стан рослин і насінневого матеріалу, а також передбачити розвиток хвороб. Використання надійних фунгіцидів, сприяє ефективному захисту від захворювань та допомагає досягнути бажаних результатів у вирощуванні культур.

Такий комплексний підхід, який включає сервіси та надійні фунгіциди, дозволяє аграрним виробникам досягати оптимального захисту рослин, забезпечуючи високу якість та врожайність. Важливо спиратися на надійну інформацію та сучасні технології для досягнення успіху в захисті від хвороб.

Потрібно бути впевненим, що використання таких сервісів та фунгіцидів забезпечить ефективний та успішний захист рослин від хвороб.

### Список використаних джерел

1. Бабенко А.І., Танчик С.П. Особливості захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів за умов органічного землеробства. Карантин і захист рослин. 2016. № 2-3. С. 38-40.
2. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексеев О.О., Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика) Вінниця друкарня ТОВ «Друк» 2022 392 с.
3. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія. Навчальний посібник Вінниця, 2019. 276 с.
4. Мельничук М.Д., Ліханов А.Ф., Коваленко Т.М., Клюваденко А.А. Вторинні метаболіти та їх роль в системах адаптації і захисту рослин. Монографія Вінниця ВНАУ Видавець ТОВ «Друк» 2023. 192 с.
5. Колісник О.М. Оцінка генотипів кукурудзи за стійкістю до шкодочинних об'єктів в умовах лісостепу правобережного. Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво» №13. 2019. С. 143-153.
6. Мазур О.В., Колісник О.М., Телекало Н.В. Генотипні відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. Сільське господарство та лісівництво.-2017.-№ 7 (Т. 2).-С. 33-39.

**Олександр КОТРУЦА<sup>20</sup>,**

Магістр 1-го року денної форми навчання,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ВПЛИВ УДОБРЕННЯ ТА ТРИВАЛІСТЬ ФАЗ РОСТУ І РОЗВИТКУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

***Анотація.** Кукурудза є важливою зерною і кормовою сільськогосподарською культурою. Підвищення її врожайності та поліпшення якості продукції забезпечується створенням і впровадженням у виробництво нових та високопродуктивних гібридів.*

***Annotation.** Corn is an important grain and fodder crop. Increasing its yield and improving the quality of products is ensured by the creation and introduction of new and highly productive hybrids.*

***Аналіз літератури.** В Україні і світі кукурудзу вирощують як зернову, кормову і технічну культуру. Вона характеризується не тільки універсальністю*

---

<sup>20</sup>Науковий керівник – к. с.-г. наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Тетяна Забарна.



використання, а й високою урожайністю. Широкому розповсюдженню вона завдячує своїй високій пристосованості до ґрунтових та кліматичних умов

У сучасних умовах кукурудза є високо окультуреною рослиною, яка практично сама не здатна до оновлення та розповсюдження в природних умовах. Разом з тим, кукурудза відноситься до найголовніших зернових культур людства, завдячуючи високій зерновій продуктивності, біологічній пластичності, стійкості до несприятливих умов середовища. А також завдяки значним досягненням у науково-селекційній роботі та розробці інтенсивних технологій вирощування.

**Виклад основного матеріалу.** Процеси росту, розвитку та формування врожайності кукурудзи багато у чому залежать від абіотичних факторів (температура, опади, тощо), однак і аграрій може дещо керувати ними за допомогою таких факторів як обробіток ґрунту, вибір гібриду чи системи живлення. Якщо чітко зрозуміти принципи росту та розвитку кукурудзи, то можна використовувати ці виробничі ресурси у потрібний час, щоб досягти максимального прибутку.

Нами були виявлені залежності впливу мінеральних добрив на проходження фаз росту і розвитку гібридів кукурудзи (табл. 1 та 2)

**Таблиця 1.**

**Вплив мінеральних добрив на настання фаз росту і розвитку гібриду кукурудзи СИ Феномен (ФАО 220), (2021 р.)**

Фази росту та розвитку рослин	Без добрив		N <sub>128</sub> P <sub>128</sub> K <sub>128</sub>		N <sub>128</sub> P <sub>128</sub> K <sub>128</sub> + N <sub>70</sub>	
	Дата настання фази	Тривалість періоду, днів	Дата настання фази	Тривалість періоду, днів	Дата настання фази	Тривалість періоду, днів
Строк сівби	15.05.21	-	15.05.21	-	15.05.21	-
Повні сходи	26.05.21	12	26.05.21	12	26.05.21	12
3-5 листків	05.06.21	11	05.06.21	11	05.06.21	11
7 листків	17.06.21	13	18.06.21	14	18.06.21	14
15 листків	29.06.21	13	01.07.21	14	03.07.21	16
Цвітіння	10.07.21	12	12.07.21	12	15.07.21	13
Молочна стиглість зерна	31.07.21	21	04.08.21	22	07.08.21	24
Воскова стиглість зерна	17.08.21	18	21.08.21	18	26.08.21	20
Повна стиглість зерна	05.09.21	20	10.09.21	21	17.09.21	23
Період вегетації, днів	-	108	-	112	-	121

При спостереженнях за гібридом кукурудзи СИ Феномен встановлено, що до фази 3-5 листочків рослини незалежно від рівнів мінерального живлення розвивалися однаково. Тобто, на всіх варіантах повні сходи були відмічені через 12 днів від посіву, а саме 26 травня 2021 року. Через 11 днів наступила фаза 3-5 листочків. В подальшому тривалість проходження фаз для даного гібриду кукурудзи залежала від внесених доз мінеральних добрив.

Так на варіанті без добрив фаза 7 листочків наступила 17 червня, фаза 15 листочків – 29 червня, тоді як фаза цвітіння – 10 липня 2021 року.

Через 21 день після фази цвітіння наступила фаза молочної стиглості зерна кукурудзи, що вирощувалась на варіанті без добрив. Після цього, через 18 днів була відмічена фаза воскової стиглості зерна. А ще через 20 днів (05.09.21) відмічено повну стиглість зерна. Таким чином, вегетаційний період кукурудзи гібриду СИ Феномен, що вирощувався на варіанті без добрив, становив 108 днів.

Застосування в передпосівну культивуацію мінеральних добрив у дозі  $N_{128}P_{128}K_{128}$  сприяло тому, що тривалість періоду від 3-5 листків до 7 листків та від 7 до 15 листків зросло до 14 днів кожна. Фаза цвітіння, подібно варіанту без добрив, наступила через 12 днів після 15 листків. Ще через 22 дні відмічено фазу молочної стиглості зерна, потім через 18 днів – настання фази воскової стиглості зерна. Повна стиглість зерна була відмічена 10.09.21 року. В цілому вегетаційний період кукурудзи СИ Феномен, що вирощувалась із використанням  $N_{128}P_{128}K_{128}$  становив 112 днів.

Найбільш тривалим вегетаційний період (121 день) кукурудзи гібриду СИ Феномен був на варіанті з внесенням  $N_{128}P_{128}K_{128}$  та додатковим прикореневим застосуванням  $N_{70}$  у фазі 6-7 листків. При цьому період сівба – повні сходи становив 12 днів; повні сходи – 3-5 листків – 11 днів; період 3-5 листків – 7 листків тривав 14 днів; період 7 – 15 листків тривав 16 днів. Після цього через 13 днів відмічено було фазу цвітіння. Після фази цвітіння через 24 дні наступила фаза молочної стиглості зерна, ще через 20 днів – воскової, і нарешті через 67 днів після цвітіння, а саме 17.09.21 р. відмічено повну стиглість зерна.

Рослини кукурудзи гібриду СИ Торіно розвивались подібним чином, однак окремі міжфазні період були дещо подовженими.

Посів кукурудзи гібриду СИ Торіно проводили 15 травня 2021 року. Повні сходи на усіх трьох варіантах були відмічені 26 травня через 12 днів від посіву. Ще через 12 днів, а саме 6 червня була відмічена фаза 3-5 листків. З подальшої фази почалися відмінності у розвитку. Так фаза 7 листків на варіанті без добрив наступила через 25 днів після повних сходів, тоді як на варіантах з удобренням – через 27 днів. У подальшому різниця в тривалості фаз була ще помітною.

Так на варіанті без добрив через 39 днів після сходів було відмічено фазу 15 листків. Після цього через 13 днів відмічено фазу цвітіння. Фіксація фази молочної стиглості зерна була через 22 дні після цвітіння, воскової стиглості – через 42 дні, а повної – через 64 дні по цвітінню. У загальному тривалість вегетаційного періоду кукурудзи гібриду СИ Торіно на варіанті без добрив становив 116 днів.

Фаза цвітіння у кукурудзи гібриду СИ Торіно на варіанті з внесенням у передпосівну культивуацію  $N_{128}P_{128}K_{128}$  наступила через 42 дні після повних сходів. Через 23 дні після цвітіння було відмічено фазу молочної стиглості зерна, ще через 21 день воскової стиглості. В цілому через 66 днів після

цвітіння кукурудза досягла фази повної стиглості зерна. Таким чином вегетаційний період становив 122 дні.

**Таблиця 2.**

**Вплив мінеральних добрив на настання фаз росту і розвитку гібриду кукурудзи СИ Торіно (ФАО 310), (2021 р.)**

Фази росту та розвитку рослин	Без добрив		N <sub>128</sub> P <sub>128</sub> K <sub>128</sub>		N <sub>128</sub> P <sub>128</sub> K <sub>128</sub> +N <sub>70</sub>	
	Дата настання фази	Тривалість періоду, днів	Дата настання фази	Тривалість періоду, днів	Дата настання фази	Тривалість періоду, днів
Строк сівби	15.05.21	-	15.05.21	-	15.05.21	-
Повні сходи	26.05.21	12	26.05.21	12	26.05.21	12
3-5 листків	06.06.21	12	06.06.21	12	06.06.21	12
7 листків	18.06.21	13	20.06.21	15	20.06.21	15
15 листків	01.07.21	14	04.07.21	15	06.07.21	17
Цвітіння	13.07.21	13	17.07.21	14	21.07.21	16
Молочна стиглість зерна	03.08.21	22	08.08.21	23	15.08.21	26
Воскова стиглість зерна	22.08.21	20	28.08.21	21	07.09.21	24
Повна стиглість зерна	12.09.21	22	18.09.21	22	10.10.21	24
Період вегетації, днів	-	116	-	122	-	134

На варіанті із застосуванням у передпосівну культивуацію N<sub>128</sub>P<sub>128</sub>K<sub>128</sub> та додатковим внесенням 70 кг д.р. азоту у фазі 6-7 листків фаза цвітіння була відмічена 21 липня 2021 року, тобто через 44 дні після сходів. Ще через 26 днів наступила молочна стиглість зерна, ще через 24 дні наступила воскова стиглість. Повну стиглість зерна було відмічено 10 жовтня 2021 року через 74 дні після цвітіння.

Висновок. Отже за результатами проведених досліджень встановлено що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи гібриду СИ Феномен була на 8-13 днів меншою від гібриду СИ Торіно. Крім того застосування мінеральних добрив подовжувало період вегетації у обох гібридів.

### Список використаних джерел

1. Зінченко О. І. та ін. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. К.: Аграрна освіта. 2001. 591 с. Кукурудза: систематика, походження, ботанічний опис і біологічні особливості. <https://osvita.ua/vnz/reports/biolog/26261/>
2. Володимир Лихочвор Система удобрення кукурудзи. Агрономія сьогодні. 2014. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html>
3. Володимир Лихочвор Система удобрення кукурудзи. Агрономія сьогодні. 2014. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html>

4. Сучасні ресурсозберігаючі системи удобрення кукурудзи та буряку цукрового [Електронний ресурс] / М. Г. Собко, С. І. Медвідь, С. Г. Міщай [та ін.] .Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. Сер. «Агрономія і біологія». Сумський національний аграрний університет. Суми: СНАУ, 2018. Вип. 9 (36). С. 18-22.

**Валентина КРИЖАНІВСЬКА<sup>21</sup>,**  
студентка 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **РОЛЬ ГЕНЕТИЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ У ПІДВИЩЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЗАХИСТІ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ**

***Анотація.** Ця наукова стаття розглядає роль генетичної резистентності у підвищенні врожайності та захисті рослин від хвороб. Вона досліджує, як генетична резистентність може бути використана для створення більш стійких і продуктивних рослинних культур. У статті розглядаються основні механізми генетичної резистентності, методи її вивчення та вплив на аграрний сектор та глобальну продовольчу безпеку.*

***Annotation.** This scientific article examines the role of genetic resistance in increasing yield and protecting plants from diseases. She investigates how genetic resistance can be used to create more resilient and productive crops. The article discusses the main mechanisms of genetic resistance, methods of its study and impact on the agricultural sector and global food security.*

**Вступ.** Зростаюча потреба в продовольстві та посилення зміни клімату ставлять під загрозу врожайність сільськогосподарських культур та збільшують ризик зараження рослин хворобами. Генетична резистентність, яка визначається генами, є ключовим чинником в захисті рослин від патогенів та підвищенні врожайності. Ця стаття обговорює роль генетичної резистентності в сільському господарстві, методи її вивчення та застосування для покращення вирощування рослин.

**Виклад основного матеріалу.** Генетична резистентність рослин відіграє критичну роль у захисті їх від патогенних мікроорганізмів, таких як бактерії, віруси, гриби, та комахи. Ця резистентність ґрунтується на специфічних генах, які регулюють реакцію рослини на атаку патогенів та інших стресових факторів[1]. Давайте розглянемо основні механізми генетичної резистентності:

1. Рослини мають ряд генетичних механізмів, які спрацьовують при контакті з патогенами. Один із них - це сигнальні шляхи імунної відповіді, в яких спеціальні рецептори рослин взаємодіють з компонентами патогенів[2].

---

<sup>21</sup>Науковий керівник – кандидат с.-г наук, доцент Олег Колісник.

Це спричинює активацію генів, що кодують захисні білки, такі як антимікробні пептиди та ензими.

2. Деякі рослини розвивають фізичні бар'єри, які обмежують доступ патогенів. Наприклад, восковий покрив листя може захищати рослину від грибкових інфекцій.

3. Патоген-специфічна резистентність: Цей вид резистентності передбачає наявність спеціальних генів, які визнають певних патогенів чи їхні види. Якщо рослина має правильний ген, то вона може відповісти на атаку патогена, інакше патоген має велику можливість заразити рослину.

4. Системи відповіді на стрес: Рослини можуть мати генетично зумовлені механізми для подолання стресу, що включає в себе інфекції. Ці механізми можуть включати синтез спеціальних молекул, таких як фітопурпурини, які захищають рослину від окислювального стресу.

5. Різноманітність генетичної резистентності: Генетична резистентність може виявлятися різними способами і бути різною за ступенем ефективності. Деякі рослини можуть бути абсолютно резистентними до конкретних патогенів, тоді як інші можуть мати лише часткову резистентність.

Існують два основних типи генетичної резистентності:

а) Горизонтальна резистентність: Рослини здатні уникнути інфекції завдяки хімічним речовинам, які вони виділяють, або механічним бар'єрам, наприклад, густа належка.

б) Вертикальна резистентність: Рослини мають специфічні гени, які визнають і блокують конкретних патогенів або їхні види.

Розуміння механізмів генетичної резистентності є важливим для покращення сільськогосподарських культур шляхом селекції та генетичної модифікації. Використання цих механізмів допомагає зменшити втрати врожаю та збільшити продуктивність рослин, що є критичним для забезпечення продовольчої безпеки нашого світу.

**Таблиця 1**

**Вплив генетичної резистентності на сільське господарство**

Параметр	Вплив генетичної резистентності
Захист від хвороб і шкідників	Зменшення заражень інфекціями та шкідниками, що веде до зниження витрат на пестициди та фунгіциди.
Врожайність	Підвищення врожайності завдяки захищеним рослинам, які краще витримують стресові умови та атаки патогенів.
Стійкість до зміни клімату	Забезпечення стійкості рослин до екстремальних погодних умов та змін клімату, збільшуючи стійкість до посухи, спеки, холоду та інших факторів.
Споживча якість продукції	Покращення якісних характеристик продукції, оскільки менше зараження патогенами може впливати на смак і якість.
Екологічна стійкість	Зменшення негативного впливу сільського господарства на довкілля завдяки зниженню використання хімічних засобів.
Економічна вигода	Збільшення ефективності сільськогосподарського виробництва та зменшення витрат для сільських господарів.

Генетична резистентність рослин має значний вплив на сільське господарство і відіграє ключову роль у боротьбі з патогенами[3], забезпеченні

врожайності та збільшенні продуктивності сільськогосподарських культур. Генетична резистентність дозволяє рослинам бути більш стійкими до атак патогенів і комах[4,5]. Це зменшує необхідність використання хімічних пестицидів та фунгіцидів, що не тільки зменшує витрати для сільськогосподарців, але і мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Рослини, які мають генетичну резистентність до патогенів і стресових умов, зазвичай мають кращу врожайність[6]. Вони менше піддаються зараженням, що дозволяє їм більше ефективно використовувати ресурси для зростання та розвитку, а не для боротьби зі стресами [7]

Таблиця вище демонструє вплив генетичної резистентності в сільському господарстві на різні параметри. Генетична резистентність вказує на вроджену здатність рослин або тварин витримувати атаки патогенів та шкідників завдяки їхній генетичній структурі. Загалом, генетична резистентність відіграє важливу роль у забезпеченні стійкого та продуктивного сільськогосподарського виробництва, що має позитивний вплив на економіку, навколишнє середовище та споживчі властивості сільськогосподарської продукції.

**Висновок.** Використання сортів рослин з генетичною резистентністю може допомогти сільським господарям зменшити витрати на обробку та захист культур. Це призводить до підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва та покращення економічного стану сільських громад. Генетична резистентність може допомогти рослинам виживати в умовах зміни клімату, таких як екстремальні температури, посухи, або паводки. Це особливо важливо, оскільки зміна клімату стає все більшою загрозою для сільського господарства.

### Список використаних джерел

1. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: Вид. ТОВ «Друк». 2020.
2. Гамалія В. М. Історія досліджень бактеріозів рослин в Україні (кінець ХІХ - початок ХХІ ст.) : монографія ; Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки ім. Г.М.Доброва НАН України. Фітосоціоцентр, 2009р. – С.327 - Бібліогр.: С. 251-310.
3. Гвоздяк Р. І. , Пасічник Л.А, Яковлева Л.М, Мороз С. М., Литвинчук О. О., Житкевич Н. В.; ред.: Патица В. П.; НАН України, Ін-т мікробіології і вірусології ім. Заболотного. Д.З. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин- К., 2011р. С.444.
4. Fermin-Munos G.A, Meng B., Ko K. and et al Biotechnology: A new era for plant pathology plant protection /. – APSnet Feature. Online. Doi:10.1094/APSnet Fetuare-2000-0500, 2003. –P.213
5. Maiti I. B, Dey N., Pattanaik S. et al . Antibiosis-type insect resistance in transgenic plants expressing a teratocyte secretory protein (TSP14) gene from a hymenopteran endoparasite (Microplitis croceipes)/. – Plant Biotechnology 19., 2003. – P.209

6. Mandal S, Kundu P, Roy B and Mandal R K. Precursor of the inactive 2S seed storage protein from the Indian mustard *Brassica juncea* is a novel trypsin inhibitor – Characterization, post-translational processing studies, and transgenic expression to develop insect-resistant plants. – Biol. Chem. 277., – 2002. – P.371

7. Horn C. A transgene-based, embryo-specific lethality system for insect pest management / Horn C. A., Wimmer., E.A. – Nat. Biotechnol. 21, – 2003. – P.70

**Vladyslav KUCHER<sup>22</sup>,**

2nd year student,

Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,

Vinnitsia National Agrarian University

Vinnitsia, Ukraine

## **CROP PROTECTION METHODS THAT BOOST FARMING PRODUCTIVITY**

**Annotation.** *The article describes the study of plant protection methods to increase productivity. Its structure and functions are defined. Their strengths and weaknesses, as well as the main principles of the task, are revealed.*

**Анотація.** *Стаття присвячена дослідженню методів захисту рослин для підвищення врожайності. Визначено її структуру та функції. Виявлено їх сильні та слабкі сторони, а також основні принципи поставленої задачі.*

**Introduction.** Plant protection is a combination of strategies, tools and products that protect against various pests. These include diseases, viruses, weeds and insects. All of them can significantly reduce or even kill plants. The best solution is to control the situation by reducing the risks, rather than dealing with the consequences of the problem. Crop protection allows farmers to monitor climate changes and recognize dangerous weeds, pests or disease outbreaks in time.

**Outline of the main content.** There are many organisms in agroecosystems that can cause damage to crops. They slow down the growth of plants, reduce the density, often damage the crop. Localization measures taken in time minimize the danger. In addition, the importance of plant protection in agriculture is to preserve biodiversity and soil nutrients, optimize the resources used, such as water, soil and labor, thereby improving the quality of life, quality and reducing food costs. Agricultural practices are essential to the production of quality food and ecosystem health. Therefore, with the advent of modern innovations in the field of agricultural pest control is an important tool. Have practice constantly evolving, providing precise mechanisms to support plant health. The main advantages of plant protection for farmers are: increased production on a smaller area; higher productivity and, therefore, more nutrition; environmental protection; product storage. Thus, the

---

<sup>22</sup>Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

protection of agricultural crops creates all the necessary conditions for the success and sustainability of the agricultural industry. [3].

Plants are very vulnerable.

Insects, rodents, disease and air pollution can harm them and deprive producers of their crops. Different hazards force farmers to use different strategies. Crop protection methods include grounding, crop rotation, application of organic and synthetic pesticides, field monitoring.[1].

Chemical pesticides are one of the most cost-effective ways to protect plants. It also makes harvesting easier and ensures consistent growth from season to season. Here are some popular chemicals[1].

Herbicide. Farmers often use them to control weeds. Herbicides help to destroy actively growing weeds. It cannot kill weeds immediately, but farmers use it before planting and to prevent new pests from appearing. Insecticides are designed to control insects. Some chemical pesticides are applied to the soil (for example, against insects), while others are applied as foliar treatments (for example, against moths and aphids). Farmers inspect their fields to determine the best time to spray. Otherwise, the pesticide will not work [1].

Fungicides in crop protection are used to fight pathogens. This can increase yields during the growing season and preserve stored produce. For optimal use of pesticides to protect crops, it is recommended to zone the fields according to the degree of crop damage. This allows rational use of resources, using only the necessary amount of chemicals. EOSDA Crop Monitoring Platform users can zone fields based on a vegetation index. These vegetation maps clearly show vulnerable areas, the condition of which may be the result of plant pollution. Biological methods of plant protection include various products obtained from living organisms. They are a great complement to chemicals and provide better protection against pests, diseases and weeds. Biopesticides can be chemically synthesized, but their composition resembles natural products[1].

Cultural control can effectively reduce pest activity. One of the most common methods is replacing sensitive plants and new precision irrigation methods (for example, reducing watering can deprive weeds of moisture and promote root health). Mechanical protection of crops helps farmers to destroy pests. These include barriers that prevent insects and animals from entering the field, trapping, mulching, sun drying soil and steam sterilization. There are many different phytosanitary strategies, tools and products. In addition, the industry is constantly evolving, providing farmers with increasingly effective pest control methods. The choice depends on the region of cultivation. The choice depends on the region of cultivation. Here are the most popular ways to protect culture [2].

Weeds are one of the worst enemies of plants. They compete with them for nutrients, water and space. Weeds are often aggressive plants that grow and spread, so they can suppress or even kill young plants. Adequate protection of crops from weeds requires not only timely recognition of threats, but also an understanding of the biological features associated with weeds. EOSDA Crop Monitoring allows you to identify affected areas and send scouts to analyze the situation. This is one of the



most difficult methods of crop protection, since diseases can be affected by various factors.

Plant age, genetics, environmental conditions, weather, etc. Therefore, diagnosing the disease can be difficult, especially in the early stages of infection. Therefore, it is very important to regularly monitor the health of plants and analyze the symptoms that appear sooner or later. You can protect your plants from disease by doing one of the following: use of chemicals; cultural turnover; deep plowing; organization of quarantine; cultivation of disease-resistant seeds; heat treatment [2] ;

Temperature stress is a common cause of plant diseases. EOSDA Crop Monitoring provides up-to-date weather forecasts and historical data so users can analyze trends and respond early to extreme temperature changes. For example, creating drainage to remove moisture during heavy rains or providing additional irrigation during drought. Protecting plants from pests means reducing the number of pests and creating the most unfavorable conditions for pest adaptation. Some insects do not pose an economic threat to production, but can carry diseases. Therefore, farmers need to protect their crops from pests even when there is no immediate threat to them. This type of plant protection includes the following methods: biological control, cultural rotation, scouting [5].

The most effective is the complex protection of plants (use of several strategies). The goal is to monitor and prevent damage. In this way, farmers can reduce the number of pests and prevent the spread of disease. Therefore, it is possible to achieve a high yield. Crop rotation is one of the most valuable and versatile ways to protect crops. However, not all cultures are equally tolerant of this practice. For example, corn can be planted in the exact place for up to 5 years. On the other hand, rye, wheat and sugar beet react negatively to double cropping, but can produce higher yields with proper crop rotation. EOSDA Crop Monitoring allows you to easily control crop rotation by providing data on the order of cultivation of crops in a certain area. [5].

Because chemicals used to protect plants can be harmful to the environment, governments regulate their use at the legislative level. For example, the US Environmental Protection Agency has developed federal regulations based on environmental risk analysis. Improper use of pesticides can cause serious damage to the environment. Thus, sustainable protection of agricultural crops is the best solution for preserving nature, resources and ensuring high yields. Modern technologies allow us to achieve these goals in the most efficient way. Therefore, plant protection is an integral part of agriculture, without which it is impossible to obtain a stable harvest every year. Whatever threat you are dealing with, pesticide management must be carefully planned and include a range of practices to ensure the best results. Modern technologies, such as remote monitoring, will allow you to protect your crops and use resources as efficiently as possible. [4].

**Conclusions.** Plant protection helps protect crop health and maintain a stable harvest. The choice of phytosanitary strategy depends on the type of crop and the threat. It can be a disease, an insect or a weed. At the same time, measures should be taken in a timely manner and, if possible, preventively. Modern plant protection products widely use digital solutions. They allow accurate analysis of soil and plant

conditions, and provide accurate information about external factors such as weather conditions. At the same time, they help to optimize the use of resources. As a result, farmers can protect crops, increase profits and reduce environmental damage [5].

### References

1. Climate change fans spread of pests and threatens plants and crops, new FAO study. URL: [fao.org](http://fao.org) (date of access: 14.02.2023);
2. Council B. P. A review of productivity in farming. London : British Productivity Council, 1955.
3. Precision farming: soil fertility and productivity aspects. *Choice Reviews Online*. 2013. Vol. 51. URL: <https://doi.org/10.5860/choice.51-0278> (date of access: 14.02.2023);
4. Precision Farming, Soil Nutrient Dynamics and Crop Productivity. *Precision Farming*. 2013. P. 75–118. URL: <https://doi.org/10.1201/b14538-4> (date of access: 14.02.2023);
5. Team F. P. Productivity in farming: Report of a visit to the U.S.A. in 1950 of a productivity team representing the farming industry. London : Anglo-American Council on Productivity, 1951.

**Тетяна ЛАХТІОНОВА<sup>23</sup>,**  
студентка 2-го року навчання,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ШКІДНИКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

**Анотація.** Шкідники зернових культур є актуальною проблемою в сільському господарстві, оскільки вони можуть завдати значних збитків урожаю та знизити продуктивність культурних рослин. Ця тема досліджує різноманітні види шкідників, які атакують зернові культури, такі як пшениця, кукурудза, ячмінь і інші.

**Annotation.** Pests of grain crops are an urgent problem in agriculture, as they can cause significant damage to crops and reduce the productivity of cultivated plants. This topic explores the various types of pests that attack grain crops such as wheat, corn, barley, and others.

**Вступ.** Сільське господарство є важливою галуззю, що забезпечує харчову безпеку та економічний розвиток багатьох країн світу. Зернові культури, такі як пшениця, кукурудза, ячмінь та інші, виступають ключовими складовими сільськогосподарського виробництва, а їх урожайність визначає

---

<sup>23</sup>Науковий керівник: канд. с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

загальний рівень виробництва продуктів харчування та кормів для тварин. В даній статті ми вивчимо різноманітні види шкідників, які атакують зернові культури, дослідимо можливі наслідки їхньої діяльності та оглянемо стратегії та методи боротьби з цією проблемою.

**Виклад основного матеріалу.** Найнебезпечнішими шкідниками зернових культур є:

- Хлібний жук
- Зернова совка
- Пшеничний трипс
- Клоп шкідлива черепашка

Жук кузька (*Anisoplia austriaca* Hrb.), також відомий як хлібний жук, є представником родини пластинчатовусих (Scarabaeidae) у ряді твердокрилих (Coleoptera). Цей жук має розмір від 11 до 15 міліметрів, його надкрила мають світло-коричневе забарвлення, а біля щитка вони мають чорну квадратну пляму. Вусики у жука є пластинчастими та булавоподібними. Черевце та ноги цього жука мають зеленувато-чорне забарвлення (Рис 1.).

Яйця жука кузьки є білими і овальними. Тіло личинки цього жука виглядає видовженим і струнким, воно має жовтувато-біле забарвлення та може досягати довжини до 35 міліметрів, маючи дугоподібну форму. Лялечка жука кузьки є вільною, білою, і має розмір від 15 до 17 міліметрів.

Ці жуки поширені виключно в межах степової зони і завдають шкоду культурам, таким як пшениця, ячмінь та жито.



**Рис 1.** Хлібний жук-кузька

**Засоби захисту:** Прибрати земельну поверхню шляхом обрання вершки ґрунту та наступному глибокому розмелюванню для знищення личинок і лялечок (ця операція проводиться наприкінці травня – на початку червня). Також, обробити міжряддя просапних культур і земельні ділянки парових полів на глибину 10–12 см. Коли на краях полів зернових колосових культур виявлено 3–5 жуків на 1 м<sup>2</sup> площі, застосувати інсектициди, такі як СуперБізон, Нокаут, Командор, Залп, Волатон 500, Децис, Ф'юрі або Штефесін, під час наливання зерна.

Зернова совка – метелик має розмах крил від 32 до 42 мм. Його передні крила мають сірувато-коричневий колір з чорною короткою рисою біля основи і великими світлими ниркоподібними та круглими плямами, що оточені нечіткою темною облямівкою. Також на передніх крилах є слабо виражена

клиноподібна пляма і поперечна іржаво-червона смуга біля краю крила. Задні крила трохи світліші, ніж передні (Рис. 2).

Яйця цього метелика мають блідо-жовтий колір і на поверхні мають 34–36 радіальних реберець. Гусениця цього виду метелика досягає довжини 24–26 мм і може бути бурого-сірого або іноді оливково-бурого кольору з темно-жовтою головою. Лялечка метелика має розмір від 15 до 20 мм і може бути блідо-жовтою або червонувато-коричневою. На кремастері лялечки ростуть два великих міцних шипи, спрямовані в бік, і чотири тонкі щетинки. Гусениці цього виду завдають шкоди таким культурам, як пшениця, овес, ячмінь, жито, кукурудза і злакові трави. Молоді гусениці роблять отвори в колоскових і квіткових оболонках зерна, проникають в нього і пошкоджують його в середині. Гусениці середнього віку обгризають зерно зовні на кілосі. Під час збирання врожаю, деяка кількість гусениць може потрапити в зерноховища, де продовжують пошкоджувати запаси зерна. Однак більшість з них завершують своє живлення на зерновій падаліці на полях. Втрати врожаю можуть сягати 8–10%.



Рис 2. Зернова совка

*Засоби захисту.* Найкращий час для посіву зернових колосових культур в даній зоні. Використання роздільного збирання врожаю зі швидким збором валків та обмолотом. Дворазове видалення стерні та глибока обробка землі для знищення гусениць, які населяють поля. Застосування інсектицидів, коли на кожних 100 колосках присутні 20 гусениць.

Пшеничний трипс-також відомий як *Haplothrips tritici* Kurd., є комахою з родини флеотріпсів (Phlouthripidae) в ряду трипсів (Thysanoptera).

Дорослі особини цього трипса мають чорне тіло та досягають розміру від 1,5 до 2 мм. Їх передні крила звужені в середній частині. У самок останній (дев'ятий) черевний сегмент витягнутий у формі трубки і має довгі прозорі щетинки.

Яйця пшеничного трипса мають овальну форму і блідо-рожевий колір, а личинки – кіноварно-червоний. Ця комаха найбільше завдає шкоди пшениці, особливо в степових регіонах. Вона має лише одне покоління в рік.

Личинки пшеничного трипса зимують в верхньому шарі ґрунту та прикореневій частині стерні. Весною, при температурі вище 8°C, вони активізуються і перетворюються на пронімфу.

Дорослі трипси з'являються на полях під час фази трубкування озимих злаків, близько з кінця квітня до початку травня. Вони концентруються в піхвах листків, які ростуть найближче до колоса. Протягом 5–10 днів після активації весняними температурами, трипси починають живитися соками зелених

рослинних тканин і розмножуватися. Протягом наступних 30–35 днів вони відкладають яйця на стиглих колосках, квіткових оболонках і в колоскових лусках. Одна самиця може відкласти від 23 до 28 яєць. Пошкоджують озимі та ярі пшениці.



*Рис 3. Імаго пшеничного трипса*

**Заходи захисту:** Для уникнення пошкоджень посівів та збереження врожаю важливо знати, як запобігти зараженню пшеничним трипсом. Серед запобіжних заходів варто враховувати наступне:

1. Слід дотримуватись правил сівозміни, щоб уникнути накопичення шкідливих організмів у ґрунті.

2. Рекомендується сіяти культури у ранні та компактні терміни, що може зменшити ризик зараження трипсами.

3. Перед посівом важливо піддавати насіння обробці інсектицидами та використовувати якісний посівний матеріал.

4. Після збору врожаю рекомендується провести лушення стерні та глибокий обробіток ґрунту, щоб знищити попередній врожайні залишки та можливі гнізда трипсів.

5. Важливо контролювати популяцію падалиці, яка може служити джерелом харчування для трипсів.

6. На ранніх стадіях формування колоса рекомендується обробити культури інсектицидами.

7. При виявленні ушкоджень комахами, слід вчасно провести обробку зернових пестицидами для знищення шкідливих організмів.

Клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) – це вид клопів із родини клопів-черепашок (Scutelleridae), і є одним з найважливіших шкідників зернових культур. Цей вид широко поширений, переважно в Південній Україні, і відомий своєю здатністю знижувати якість зерна. Клоп-черепашка завжди має одне покоління на рік, але іноді може розмножуватися масово. Доросла особина шкідника має широкоовальне тіло з довжиною від 9 до 13 мм і шириною 6–7 мм. Їх забарвлення може варіюватися, частіше від світло-коричневого або світло-сірого до темно-сірого, а інколи навіть чорного кольору в окремі роки. Голова має трикутну форму, а виличні пластинки і наличник закінчуються на одному рівні з передньою частиною голови. Бокові краї передньоспинки округлі й опуклі.

Яйце клопа-черепашки має довжину 1 мм і свіжовідкладене має зелений колір, але з часом темнішає. На 5–6 день стає видимим ембріон у формі якоря.

Личинка клопа-черепашки в першому віці має чорне забарвлення і розмір 1,3–1,5 мм, другий вік характеризується світлим черевцем, темною головою і грудьми, і розміром 2–2,3 мм. Личинка третього віку має сірий колір з зачатками крил та розміром 5–6 мм. Личинка п'ятого віку має солом'яний колір і розмір 8–10 мм, а зачатки щитка і надкрил добре розвинені у формі трьох лопатей.



*Рис 4 Клоп шкідлива*

*Заходи захисту:*

1. Збирання врожаю вчасно, за допомогою методу прямого комбайнування, який дозволяє ефективно очищати поля.
2. Боротьба з дикорослими бур'янами, при цьому важливо зберігати природні лісосмуги та ділянки дикорослої рослинності навколо поля, де мешкають природні вороги клопів.
3. Внесення добрив на поля, зокрема ефективного використання калію і фосфору для підживлення рослин.
4. Вибір сортів рослин з підвищеною стійкістю до паразитів, що допомагає зменшити вплив шкідників на врожай.

**Висновок.** Встановлено, що шкідники зернових культур є серйозною загрозою для сільськогосподарського виробництва, оскільки вони можуть значно понизити врожайність та якість зерна. Щоб захистити посіви від цих шкідників, необхідно вживати ряд запобіжних заходів, таких як своєчасне збирання врожаю, боротьба з дикорослими бур'янами, внесення добрив, використання стійких сортів рослин і в окремих випадках, хімічні обробки. Такі заходи допоможуть зменшити втрати і підвищити продуктивність сільськогосподарських культур.

### Список використаних джерел

1. Хлібний жук. Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-tripsi-thysanoptera/trips-pshenichniy-id16653> (дата звернення 18.09.23 р.).
2. Засоби захисту від хлібного жука. Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/pests/trips-pshenichniy> (дата звернення 21.02.23 р.).
3. Зернова совка. Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://buklib.net/books/34567/> (дата звернення 21.02.23 р.).
4. Засоби захисту від зернової совки. Режим доступу: веб-сайт. URL: [https://lnzweb.com/pests/Haplothrips tritici](https://lnzweb.com/pests/Haplothrips_tritici) (дата звернення 14.09.23р. ).

5. Пшеничний трипс. Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://odesa.consumer.gov.ua/uk/575-klop-shkidlyva-cherepashka-shkidnyk-nomer-1-zernovyh-kolosovyh-kultur> (дата звернення 14.09.23 р.).

6. Засоби захисту від пшеничного трипсу . Режим доступу: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення 16.09.23 р.).

7. Клоп шкідлива черепашка, засоби захисту. Режим доступу: веб-сайт. URL: [https://alfasmartagro.com/alfascience/harmful\\_objects/pests\\_cereals/eurygaster\\_integriceps\\_put/](https://alfasmartagro.com/alfascience/harmful_objects/pests_cereals/eurygaster_integriceps_put/) (дата звернення 21.09.23 р.).

**Olexandr LIRA<sup>24</sup>,**  
2nd year student,  
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,  
Vinnytsia National Agrarian University  
Vinnytsia, Ukraine

## NO-TILL TILLAGE SYSTEM: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

***Annotation.** The article provides information about such a technology of zero tillage as no-till. The advantages and disadvantages of this method, its cost and other comparative characteristics are given. From the data provided, the reader can conclude whether he should consider this technology for his own experiments on the plots or not. The research describes all the details and philosophy of this farming technology with real examples, which allows the reader to objectively evaluate and analyze this method of tillage. This article may be interesting and useful for agronomists, farmers and businessmen working in the field of agriculture.*

***Анотація.** У статті надається інформація про таку технологію нульового обробітку ґрунту, як no-till, наводяться переваги та недоліки цього методу, його вартість та інші порівняльні характеристики. З наведених даних читач може зробити висновок, чи варто йому розглядати цю технологію для власних експериментів на ділянках, чи ні. У дослідженні на реальних прикладах описані всі деталі і філософія цієї технології землеробства, що дозволяє читачеві об'єктивно оцінити і проаналізувати цей спосіб обробітку ґрунту. Стаття може бути цікавою і корисною для агрономів, фермерів і бізнесменів, які працюють у сфері сільського господарства.*

***Introduction.** No-till tillage is a modern system of soil cultivation that involves the abandonment of plowing the land using traditional techniques. As a result, the surface remains in a stationary state and is covered with crushed crop residues. Thanks to the activity of beneficial microorganisms, they are mineralized and organic matter in the upper soil layers increases. This leads to an improvement in the structure of the soil layer and increases the natural fertility of the land. In addition, the surface covered with mulch retains moisture better and prevents soil erosion.*

---

<sup>24</sup>Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

***The main material part.*** The essence of no-till is to create conditions under which the fertility of the surface layer is restored naturally. Traditional technology involves plowing fields to control weeds. This involves rotating the topsoil, crushing and mixing the soil. As a result, the surface remains bare, which leads to wind erosion. The main principles of no-till technology are minimal mechanical impact on the surface layer, constant preservation of soil structure and plant residues, and compliance with crop rotation.

Implementation of these rules involves a set of measures:

- direct sowing and abandonment of traditional plowing, deep loosening, harrowing, cultivation and other types of land cultivation;
- a ban on burning and plowing plant residues;
- refusal to use organic fertilizers (instead, the residues of main and cover crops are used);
- application of mineral fertilizers simultaneously with sowing seeds;
- use of special equipment, seeders, etc.

For plant residues to turn into organic fertilizers, they need to be thoroughly crushed and evenly distributed over the field. To do this, the surface must be flat. A thick layer of mulch will protect against wind erosion, prevent weeds from germinating and promote the creation of beneficial microflora.

***Advantages of the technology:***

No-till farming technology has a positive effect on the water-physical, biological and chemical properties of the surface layer. Compared to traditional plowing, it has a number of advantages:

- Reduces labor costs, depreciation of machinery, fuels and lubricants, and fertilizers;
- preserves and restores soil fertility;
- prevents soil erosion;
- helps retain and accumulate moisture in the soil, which is especially important for arid regions;

At the present stage, Ukrainian agriculture has entered a period of dramatic changes, as evidenced by the attempt to introduce the latest technologies, including no-till or "direct" sowing into previously untreated soil and the emergence of genetically modified field crops. Direct sowing, or no-till, is a method of sowing without preliminary tillage into stubble or post-harvest crop residues. Zero tillage involves the complete abandonment of continuous loosening of the swath, except for the operation of preparing the seedbed simultaneously with sowing with special direct-acting seeders. The system of zero tillage in crop rotation is globally known as "no-till", which means "no plowing". The no-till farming system is a set of organizational, agrotechnical, land reclamation, environmental, social and economic measures aimed at sustainable development of the agricultural sector, increasing crop yields and soil fertility, protecting it from erosion, i.e., designed to comply with natural regeneration and conformity with the laws of nature. The no-till farming system is not a fundamental rejection of mechanical tillage. The absence of a mechanical tillage system leads to a change in approaches to all other components of



the farming system - fertilization, seed production, crop rotation, territory organization, sown area structure, etc.

***Disadvantages of the technology:***

In addition to its advantages, the No-Till system has disadvantages. It requires not only high qualification of agronomists, but also the use of special expensive agricultural machinery. Other disadvantages are:

- Strict adherence to agricultural practices (crop rotation and consumption rates of herbicides, pesticides and mineral fertilizers should be selected taking into account weather conditions, weed infestation of fields, and other factors)

- the need to level the surfaces to ensure even distribution of seeds across the field;

- accumulation of pathogenic microorganisms and pests in the soil, which requires active use of plant protection products;

- Delayed accumulation of biological nitrogen due to the activity of microorganisms, which reduces field germination of seeds and initial crop growth rates.

The main significant caveat that often discredits no-till is the increased use of chemical plant protection products due to increased weed infestation and plant disease. After all, zero tillage increases the possibility of deep penetration of pesticides into the lower horizons of the root layer, where they do not decompose for a long time and then get into commercial products, increases the risk of accumulation of mycotoxins, increases the resistance and resistance of weeds and diseases to pesticides.

***Where to start?***

To switch to a new tillage system, the farm must have a special No-Till seeder. The best time to introduce the technology is when sowing narrow-row crops, when a large amount of seeds is applied per hectare. In this case, possible errors will not be so noticeable. The transition to no-till cultivation should be carried out gradually in several stages:

1. First, you need to select several small experimental plots with different soil types, excluding fields with poor drainage.

2. Perform soil analysis on each plot and take measures to achieve an optimal balance between pH and nutrient levels.

3. Level the surface with a subsoiler, disk harrows or moldboard harrows to reduce the plow sole. This procedure is costly, but is performed only once.

4. Create the thickest possible layer of mulch from crop residues and spread it evenly over the surface of the ground.

5. Include several different crops in the crop rotation.

6. Conduct regular monitoring of crops, as the results can be judged in 3-4 years for areas with high humidity and 5-6 years for fields with insufficient moisture.

The minimum tillage system is a set of measures that depends on the successful implementation of which to achieve a good result. Typical mistakes that agronomists and managers make when switching to no-till technology include:

- Wrong choice of wetlands without drainage works. Sowing in wetlands will lead to reduced yields and losses.

- Preparation of the sown area without leveling the surface. It is impossible to achieve uniform germination on uneven ground surfaces.
- Poor grinding of plant residues. Too fine grinding leads to crushing of the residues into the seedbed and moisture getting into it, which causes rotting of the root system of seedlings.
- Uneven distribution of residues over the field. For an even distribution of residues, it is necessary to achieve the distribution of crop residues over the entire width of the header.
- Sowing seeds in too wet soil. Getting into provocative moisture leads to nitrogen starvation of young plants.
- High speed of the sowing machine during sowing and movement of any equipment on the field without special need. Repeated passes of a tractor or seeder lead to compaction of the surface soil layer and disruption of its structure under heavy weight.

**Conclusion.** Based on the information and research presented in the article, it can be concluded that no-till is an innovative technology that involves zero tillage. Minimizing tillage using the No-Till system can be a good alternative to traditional technologies for farms, as it allows to reduce operating and labor costs for sowing and caring for crops without losing yields, as well as increase profitability. Direct seeding technology is chosen because it stops soil erosion and restores fertility naturally, which is impossible to do with traditional farming systems. Of course, like any other technology, no-till has a number of advantages and disadvantages. But despite its disadvantages, this system of tillage is popular all over the world and is gaining momentum and spread among farmers.

### References

1. Bulletin of Agricultural Science of the Black Sea Region. URL: <https://visnyk.mnau.edu.ua/statti/2020/n108/n108v4r2020manushkina.pdf> (accessed 17.03.2023);
2. No-Till technology in Ukraine: zero tillage system for agronomist | LNZWeb Blog. LNZ web agro-shop: buy agrochemicals and seeds in Ukraine in the agrarian online store. URL: <https://lnzweb.com/blog/tehnolog-ya-no-till> (accessed 17.03.2023).
3. No-till: advantages and disadvantages - Agribusiness today. Agribusiness today. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/625-no-till-perevahy-i-nedoliky.html> (accessed 17.03.2023)

**Оксана МЕЛЬНИК<sup>25</sup>,**  
студентка 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АНАЛІЗ УРАЖЕННЯ ЗБУДНИКОМ БОРОШНИСТОЇ РОСИ *Blumeria graminis* (*Erysiphe graminis*) РІЗНИХ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН**

***Анотація.** У даній статті висвітлено основну інформацію щодо ураження рослин сумчастим грибом *Blumeria graminis* (*Erysiphe graminis*). Проаналізовано ефективність фунгіцидів для захисту різних культур від ураження збудником борошнистої роси. Визначено, що максимальні показники поширення та розвитку хвороби пшениці озимої відбувається у фазу молочно-воскової стиглості. Систематизовано засоби боротьби від борошнистої роси різних груп рослин та наведено стійкі сорти.*

***Annotation.** This article covers the main information on damage to plants by the marsupial fungus *Blumeria graminis* (*Erysiphe graminis*). The effectiveness of fungicides for the protection of various crops against damage by the causative agent of powdery mildew was analyzed. It was determined that the maximum rates of spread and development of winter wheat disease occur in the phase of milk-wax maturity. Means of combating powdery mildew of various plant groups are systematized and resistant varieties are listed.*

**Вступ.** Сільське господарство для аграрної країни займає одну з ключових галузей економіки, особливо під час повномасштабної війни. Збільшення врожайності стає все більш актуальним. До значного зниження урожаю і якості рослинницької продукції призводять хвороби рослин, тому важливо ефективно боротися ними за допомогою своєчасної профілактики та лікування.

До переліку найпоширеніших захворювань рослин відноситься борошниста роса. Хвороба одержала назву «роса», адже на листі ураженої рослини можливо побачити дрібні білі крапельки. Її «жертвами» можуть стати всі культури без винятку. Якщо не лікувати ураження, посіви можуть загинути.

Таким чином, метою статті є аналіз впливу збудника борошнистої роси на рослини та методи боротьби з нею.

**Виклад основного матеріалу.** Борошниста роса – захворювання, яке викликається біотрофними грибами, які живляться клітинами рослин. Їхні спори легко розносяться по повітрю, переміщуються в дощовій воді та проростають на поверхні листя.

Борошниста роса зернових набула широкого поширення в посівах злакових культур. Хворобою уражаються всі наземні частини рослин.

---

<sup>25</sup>Науковий керівник: канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Олег Колісник.

Захворювання викликає сумчастий гриб *Blumeria graminis* (*Erysiphe graminis*), який своїми гаусторіями проникає в клітини рослин. Включає різні фізіологічні форми залежно від рослини-хазяїна (*B. graminis* f. sp. *tritici* для пшениці або *B. graminis* f. sp. *hordei* для ячменю) [2]. Гриб уражує рослини пшениці з осені та навесні продовжує свій розвиток, розвиваючись на всіх надземних органах. При цьому перші ознаки хвороби проявляються на листках нижнього ярусу, поступово поширюючись на верхні листки та колос. Спочатку хвороба з'являється у вигляді невеликих білих «подушечок» – нальоту, що складається з міцелію патогену, на якому з часом утворюється конідіальне спороношення. Наліт на листках, стеблах й колосі призводить до значного зменшення асиміляційної поверхні рослин, внаслідок чого знижується маса 1000 зерен, а також вміст сирогої клейковини та крохмалю і білку в зерні [3].

За результатами досліджень Лютого Б. В. сильне ураження восени прикореневих та нижньостеблових листків спричинює збільшення загиблих рослин під час перезимівлі, а також зменшує кількість продуктивних стебел і знижує врожай на 8–25% [4]. На стійкість до хвороби досліджувалися такі сорти пшениці озимої: Ліона, Сніжана, Дашенька, Мирлена (табл.1.).

**Таблиця 1**

**Обліки на ураження пшениці озимої борошністою россою**

Фази розвитку рослин	Поширеність хвороби, у %	Розвиток рослин, у %
Кущення (осінь)	7–10	0,3–0,5
Кущення (весна)	12	1,2
Молочно-воскової стиглості	41	8,6

Найменш уражуваним сортом виявився Мирлена. Максимальні показники поширення та розвитку хвороби становили 37,8% і 6,2% відповідно у фазу молочно-воскової стиглості.

Застосування фунгіцидів на посівах пшениці озимої проти борошністої роси є одним з основних заходів захисту. Найефективнішими фунгіцидами проти борошністої роси виявився Амістар Екстра 280 SC з нормою витрати 0,5 л/га. При обліках проведених через 10 днів виявилось, що розвиток хвороби складав 1,1%; у той час на контролі без обробки він дорівнював 12,4%. Також високу ефективність показав фунгіцид Альто-Супер 330 EC з нормою витрати 0,4 л/га. Розвиток хвороби дорівнював 1,4%, що на 11% менше у порівнянні з контролем.

Листя дуба борошніста роса уражує зазвичай на початку літа, яке вже доволі жорстке та стійке до зараження в цей час. Найбільш уразливе молоде листя – або те, що відростає після об'їдання комахами, дії приморозків, сильної обрізки або надмірного внесення добрив. Спочатку з'являються білі плями як борошно, потім вони збільшують розмір і охоплюють усю поверхню листка, темнішають, а всередині борошністого нальоту формуються чорні плодові тіла стадії гриба. Сильно уражені пагони зупиняють ріст, зав'язі не розвиваються, молоді рослини та пагони старших дерев не встигають здерев'яніти й

утрачають зимостійкість. Листя деформується й передчасно відмирає. Зменшується площа листя, яке фотосинтезує, внаслідок чого зменшуються приріст дерева, синтез захисних речовин і стійкість до ураження іншими патогенами, зокрема офіостомовими або дереворуйнівними грибами. Спори зимують в опалому листі, а навесні можуть поширитися на сусідні дерева [6].

За дослідженнями фунгіцидів для захисту трирічних культур дуба від ураження збудником борошнистої роси, яке проводилося шляхом їх двократної обробки у Старицькому лісництві (виділ 4 кварталу 87) ДП «Вовчанське ЛГ». Доведено, що найвищу технічну ефективність (98%) відмічено у варіанті з використанням фунгіцида Флінт (табл 2.) [1].

**Таблиця 2**

**Технічна ефективність фунгіцидів**

Фунгіцид	Флінт	Топаз	Скор	Квадріс	Доктор Кроп	Хорус ТЕ	Рідоміл Голд
Ефективність, %	98	95	94,8	91	86,4	85,8	80,8

Для профілактики борошнистої роси рекомендується обприскувати трирічні дуби з кінця літа до початку червня, коли на зрілих листках з'являються ранні стадії захворювання. Повторне обприскування необхідно проводити через місяць після проведення першого обробітку, оскільки протягом місяця втрачаються захисні властивості препаратів.

Борошниста роса уражує молоді дерева і ті, що плодоносять. Захворювання знижує життєву силу дерева, зменшує кількість зав'язі та якість плодів. Врожайність яблук знижується на 30–50%. Збудником борошнистої роси є *Podospheara leucotricha* (Ell. and Ev.) Salm. – гриб родини *Erysiphaceae*, класу *Ascomycetes*, який зустрічається в усіх регіонах вирощування яблук. Пагони покриваються сріблястим нальотом, втрачають листя і їх ріст затримується. Через кілька тижнів патоген переходить у вторинну фазу, під час якої вражає листя, зав'язі та плоди. В середині літа грибниця темніє і покривається численними плодовими тілами (аскокарпами). Колонії гриба, що складаються з грибниці та спор, виглядають як білі повстяні плями. Уражені листки зморщуються, тверднуть і передчасно опадають. Багаторічні рослини викривляються, а заражені квіти не утворюють плодів [5].

Діючі речовини, які застосовують для контролю борошнистої роси, включають як неорганічні (мідь, сірку), так і органічні: похідні триазолу і стробілурини (крезоксим метил). Бензамідазоли також ефективні проти борошнистої роси, проте їх застосування є обмеженим через часте виникнення стійкості до парші. Мінеральні олії, віски й біологічно активні речовини *Bacillus* недостатньо ефективні. Для збереження врожаю яблук застосовують такі фунгіциди: Ікарус 250, Імпакт 25 SC, Інплант та Айрон.

Збудник борошнистої роси моркви: *Erysiphe umbelliferarum* dBy.

Хвороба може інтенсивно розвиватися в окремі роки, і в цих випадках сильне ураження листя призводить до різкого зниження фотосинтезу, що

відбивається на зменшенні маси коренеплодів. Уражені листки засихають і легко кришаться. Відомо, що збудник захворювання кропу: *Erysiphe umbelliferum f. carfi*. Ураження кропу борошнистою россою провокує різка зміна погоди від сухої та спекотної до сирії і прохолодною. Поширюється захворювання між рослинами одного виду, а також з допомогою бризок поливної води або вітру.

*E. umheliferarum* має спеціалізовані форми. Відомо, що спеціалізовані форми інфікують селеру, пастернак, фенхель і кмін. Збудник борошнистої роси має круглі цистотеції діаметром 90–115 мкм, кожна з яких містить 4-8 везикул. Джерело інфекції: патоген виживає у вигляді цистотеціїв на інфікованих рослинних рештках. Крім того, первинне зараження моркви може бути занесене деякими рослинами родини селерових. Заходи захисту: знищення рослинних решток після збирання врожаю; просторове відокремлення насіння і товарних рослин від інших рослин цієї родини; обробка насіння фунгіцидами під час вегетації (табл 3).

Таблиця 3

Стійкість сортів

Назва	Сорти	Стійкість
Пшениця озима	Кармелюк, Приваблива, Хмельничанка, Орлеан, Селевіта	9 балів
Кабачки	Рей; Теренум;	8 балів
	Марселла, Невір Голден Глорі	7 балів
Яблуна	Малуша, Дміана	9 балів
	Соларіс, Багачка Видубицька Рустікана Ренет Шеренгового Голден Делішес клон Б Дожниця; Настя	8 балів
Диня	МЕН 15025 F1	10 балів
	Санвісенте, Каліна	2,5–7 балів
	Престиж, Фантазія	0,6 балів
	Ананас	0,5 балів
	Соккар	0,1 балів
Гірчиця біла	Галичанка	9 балів
	Аріадна, Веснянка, Лелека	8 балів
	Чайка	7 балів
Петрушка	Вега, Аргон	8 балів
	Орфео, Піоне	7 балів
	Топіт	6 балів

Збудником злаків є *Erysiphe graminis (DC)*, *Blumeria graminis (DC) Speer*. Для боротьби зі захворюванням використовують фунгіциди: Ікарус 250, Імпакт 25 SC, Імпал та Інплант.

В свою чергу, яблуні вражає *Oidium farinosum Sck*, *Podospaera leucotricha (Ell. et Ev.) Salm*. Використовують для обробки та захисту

біопрепарат Гаубсин та фунгіциди: Ікарус 250, Імпакт 25 SC, Інплант, Айрон, Аккорд, Аконіт БТ, Алмаз 100, Ардент КС, Бампер КЕ.

Баштанні культури потрепають від збудників *Erysiphe cichoracearum f. cucurbitacearum D C. ma Sphaerotheca fuliginea f. cucumbidis Poll.* Одним з найдієвіших методів боротьби є обробка фунгіцидами: Байзафон ЗП, Міравіс 200 SC та Цілитель, ЗП.

Капустяні уражуються *Erysiphe communis Grev.f. brassicae Hammarl.*. Для боротьби з борошнистою россою використовують бактерицид Агат 25 та фунгіцид Цидокс Про, РК.

Моркву з родини селерові уражує гриб *Erysiphe umbelliferarum dBy.* Для боротьби використовують бактерицид Агат 25 та фунгіциди: Натіво 75 WG, Сігнум, Міравіс 200 SC, КС та Циделі Топ 140 DC.

**Висновок.** Отже, проблема втрат врожаю через борошнисту росу вимагає проведення широких досліджень і виведення нових стійких сортів рослин. Найефективним та економічно вигідним способом боротьби з захворюванням є вирощування стійких сортів адже це зменшує кількість обробок фунгіцидами та загальні витрати на засоби захисту рослин. Боротьба з борошнистою россою ефективна лише тоді, коли вона проводиться комплексно протягом кількох сезонів поспіль.

### Список використаних джерел

1. Болтенков Ю. О., Стовбуненко Д. В.: Випробування фунгіцидів для захисту молодих культур дуба від ураження збудником борошнистої роси. лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДІЛГА, 2018. Вип. 112. С. 238.

2. Лютий Б.В., Особливості розвитку збудника борошнистої роси на різних сортах пшениці озимої та ефективність використання хімічних засобів проти хвороби в умовах північно-східного лісостепу України. URL: <http://surl.li/lffrd> (дата звернення: 10.09.2023).

3. П'ятачук М. Л. Вивчення ефективності застосування фунгіцидів у посівах пшениці озимої в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Спільне українсько-голландське підприємство «Гірсам» Рожиченського району Волинської області». Дубляни: Магістерська робота, 2021. С.11–13.

4. Рязанова М.Є., Швартау В.В. Вплив проквіназиду та гідроксиду міді на гомеостаз аніонів у рослинах озимої пшениці в генеративну фазу розвитку. 2015. С. 29.

5. Хвороби плодових зерняткових. Борошниста роса. Агрономія сьогодні – практичні поради аграріям. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/sad/381-khvoroby-plodovykh-zerniatkovykh-boroshnysta-rosa.html> (дата звернення: 16.09.2023).

6. Борошниста роса на дубі. URL: <https://dendro-protect.com.ua/powdery-mildew-on-oak> (дата звернення: 16.09.2023).

**Богдан ПАНЬКОВЕЦЬКИЙ<sup>26</sup>,**  
студент 3-го курсу,  
факультету агрономії та лісівництва,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВИРОЩУВАННЯ СОЇ, ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ПЕРЕРОБКИ В УКРАЇНІ**

***Анотація.** В даній статті розкрито тему технології вирощування сої, її особливостей. Користь сої як попередника та її азотфіксуючі властивості. Тенденції виробництва сої в Україні та світі. Описано ситуацію з переробкою сировини в Україні та експортом зерна.*

***Ключові слова.** соя, боби, вирощування, азотфіксація, виробництво, переробка, експорт.*

***Annotation.** This article discusses the topic of soybean cultivation technology and its features. Use of soybean as a precursor and its nitrogen-fixing properties. Soy production trends in Ukraine and the world. The situation with the processing of raw materials in Ukraine and the export of grain is described.*

***Keywords.** soy, beans, cultivation, nitrogen fixation, production, processing, export.*

**Вступ.** Соя (Glycine max (L) Merrill) є стратегічною бобовою культурою у світовому сільському господарстві 21-го століття та в центрі уваги світової сільськогосподарської науки та виробництва. За останні 50 років із зростанням площі орної землі площа посівів у світі зросла з 23,8 га до 102,4 млн га, урожайність зросла з 16,8 т/га до 35,5 т, а виробництво зросло з 26,9 т до 263 т. млн т, збільшившись у 9,8 рази. Її вирощують у 91 країні світу.

Її виробництво посідає четверте місце у світі, поступаючись лише кукурудзі, пшениці та рису. Завдяки високому врожаю сої світові ресурси рослинного білка зросли приблизно на 100 млн т. За виробництвом олії соя займає перше місце в світі серед олійних культур. Добре розвинені посіви сої здатні біологічно закріпити 155-198 кг/га азоту. У результаті соя задовольняє 65-80% своєї потреби в азоті та залишає більшу частину азоту в ґрунті, що робить її одним із найкращих попередників у сівозміні. Серед зернобобових культур соя є одним із найефективніших біологічних фіксаторів атмосферного азоту, поступаючись лише багаторічним бобовим (люцерна, конюшина та ін.).

При обробці насіння бактеріальними препаратами, виготовленими на основі ефективних штамів бульбочкових бактерій, на її коренях утворюються бульбочки, в яких посилено відбувається процес біологічної фіксації атмосферного азоту.[1]

Завдяки селекційним успіхам соя стала високоврожайною культурою. У 2008 році фермер з Міссурі Кіп Кулерс встановив світовий рекорд урожайності

---

<sup>26</sup>Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.



цієї культури – 108 т/га. У 2010 році вчені США та Японії розшифрували геном сої, відкривши нові перспективи селекції цієї культури. Після тривалого історичного періоду сформувався потужний генофонд, який є одним із найбільших генофондів у рослинництві.

Основні виробники сої знаходяться в густонаселених країнах - США, Бразилії, Аргентині, Китаї та Індії. Загальне виробництво сої в цих країнах становить 91% від загальносвітового. [1]

**Виклад основного матеріалу.** Соя в сівозміні. Правильне розміщення сої в сівозміні може підвищити врожайність не тільки за рахунок запобігання хворобам і пошкодженням комахами та зменшення бур'янів на полі, але й за рахунок збільшення вологості та покращення фізичного стану ґрунту та кращого використання поживних речовин.

Найкращими попередниками для сої є: озима пшениця, озимий ячмінь, ярі колосові, кукурудза на силос, зерно та зелений корм. Через наявність схожих шкідників і хвороб не рекомендується висівати сою після квасолі, томатів, соняшнику, цукрових буряків і на відстані 500 м від насаджень білої та жовтої акації. У польових сівозмінах соя повертається на поле через 3-4 роки. За багаторічними даними Інституту кормів і сільського господарства Національної академії наук, сою можна сіяти в короткій сівозміні. Досить продуктивною є ланка сівозміні «кукурудза-соя» у співвідношенні 1 : 2 та 1 : 3, продуктивність яких складає 3,0—3,2 т/га насіння сої, 5,8—6,5 т/га к. од., які містять 100—105 г сирого протеїну кожна. Врожайність кукурудзи після сої збільшується на 3 - 5 ц/га. При введенні сівозмін з короткою ротацією значення власне сівозмінного чинника порівняно з традиційними довгоротаційними зростає і за агротехнічною ефективністю не поступається, а за економічною перевищує заходи з оновлення сортів, зміни технологій обробітку ґрунту тощо.[2]

Соя потребує правельних попередників і сама є чудовим попередником для багатьох культурних рослин, в тому числі зернових, конкуруючи з люцерною та кукурудзою на силос. У середньому на 1 га поживні рештки сої залишають після себе в ґрунті 80—100 кг азоту, 20—25 кг фосфору і 30—40 кг калію, що тотожно до 10-15 т органічних добрив, тому є фактично найкращим попередником для озимої пшениці.[2]

Система обробітку ґрунту. Обробіток ґрунту під сою повинен забезпечувати максимальне знищення бур'янів, забезпечити водноповітряний та поживний режими ґрунту, створити оптимальні умови для росту і розвитку кореневої системи, біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями та інтенсивного росту і розвитку її рослин. Він повинен бути диференційований залежно від попередника, вологозабезпеченості, забур'яненості поля та його рельєфу.

Після стерньових попередників основний обробіток ґрунту включає одно- або дворазове луцення стерні з подальшою оранкою на глибину 22—25 см і вирівнювання поверхні поля. При забур'яненості поля однорічними бур'янами користуються напівпаровим обробітком ґрунту (літня оранка і одна-дві культивації для знищення бур'янів). Поля на яких присутні коренепаросткові

бур'янами обробляють лемішними луцильниками та в подольшому оранкою на глибину 25—27 см при появі великої кількості сходів бур'янів.

При достатньому зволоженні обробляють ґрунт з наявністю пару. При цих умовах після збирання попередньої культури поле дискують, а з розвитком бур'янів проводять оранку і додатково у літньо-осінній період поле культивують та боронують.

Основним обробітком ґрунту в переважній кількості соєвисіваючих регіонів України є оранка полицевим плугом. При використанні оранки відбувається найповніше заорювання післяжнивних решток, знищення значної кількості бур'янів, підвищення ефективності дії мінеральних добрив, скорочення весняних передпосівних операцій, також оранка дає змогу розпочати сівбу раніше.

Коли є ефективні гербіциди та відповідний комплекс технічних засобів застосовують мінімальний або нульовий обробіток ґрунту, внаслідок якого витрати пального знижуються в порівнянні з традиційним обробітком на 20 % при мінімальному і на 70 % при нульовому обробітку.

Основні напрямки мінімального обробітку ґрунту мають зональний характер і здійснюються таким чином:

- скорочення кількості і глибини основних і передпосівних обробітків ґрунту в поєднанні із застосуванням гербіцидів;
- заміна глибоких обробітків поверхневими – плоскорізними; використання широкозахватних знарядь з активними робочими органами, які забезпечують високоякісний обробіток за один прохід агрегату;
- поєднання декількох технологічних операцій і заходів обробітку завдяки застосуванню комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів.[2]

Що стосується передпосівного обробітку ґрунту, то його необхідно проводити комбінованими широкозахватними агрегатами (АКГ-6, "Європак", УСМК-5,4, Strom Tine, Гелиодор, Смарагд, Рубин, Торит) на глибину загортання насіння. Якісний передпосівний обробіток має забезпечити вирівнювання та розпушування, дрібно грудочкуватий стан і саме головне створити тверде насінневе ложе, яке забезпечить надійний контакт насіння з ґрунтом. Виконання всіх цих вимог забезпечить сприятливі умови для росту і розвитку кореневої системи, біологічної фіксації азоту та не допустить пересихання верхнього шару ґрунту, особливо, в роки з дефіцитом вологи в період сівби сої.[2]

Строк сівби. Одним з головних показників настання сприятливого строку сівби сої є постійне прогрівання верхнього шару ґрунту. У більшості регіонів України сою починають висівати, коли ґрунт на глибині загортання насіння прогріється до 10°C і встановиться стійка середньодобова температура 10—12°C. Календарні строки сівби в зонах України знаходяться в межах 20 квітня - 15 травня. За результатами досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, в умовах Лісостепу України найкращі умови для росту і розвитку рослин складаються при сівбі у час, коли ґрунт на глибині 10 см прогрівся на 12°C.

На півдні України розповсюджені більш чутливі до тепла сорти, тому сою в даному регіоні необхідно висівати при настанні стійкого прогрівання верхнього 5 см шару ґрунту до 12—14 °С. При визначенні строку сівби необхідно також враховувати біологічні особливості сортів, при цьому більш пізньостиглі сорти слід висівати на початку, а ранньостиглі – наприкінці оптимального строку сівби. [2]

Передпосівна обробка насіння. Для сівби беруть відкаліброване та відібране за крупністю насіння з високим відсотком схожості. У день сівби його обробляють високоефективними бактеріальними препаратами, зокрема екозорф (0,5 л/га), ризогуміном, ризоторфіном, ризоаргіном, ризобофітом та ін. (200 г/га), вони містять в собі мінімум 2,5 млрд активних бульбочкових бактерій на грам препарату. Слід відмітити, що соя має високу сортову специфічність до штаму бульбочкових бактерій, спонтанне зараження якими на наших ґрунтах відсутнє або мало ефективне. Тому обов'язковим елементом технології, який на 10—15 % підвищує урожайність та покращує якість насіння сої є передпосівна інокуляція насіння (рис. 1). За результатами досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН такі заходи забезпечують приріст урожайності насіння сої на 0,3—0,4 т/га. [2]

Спосіб сівби та густина рослин. Сою висівають як рядковим способом з міжряддями 12—30 см, так і широкорядним з міжряддями 45 см. Слід відмітити, що як і в світі так і в Україні намітилась чітка тенденція до звуження міжрядь при вирощуванні сої. У звужених посівах сої відслідковується чітке рівномірне розміщення рослин на площі, створюється оптимальна оптико-біологічна структура посівів, збільшується кількість засвоєної сонячної енергії. Проведені дослідження в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН показали, що рядковий спосіб сівби забезпечує приріст урожайності насіння сої 0,2—0,3 т/га порівняно із широкорядним.

Густина рослин коливається в межах від 450 до 900 тис. схожих насінин/га або 80—120 кг/га в залежності від маси тисячі насінин і групи стиглості сорту, кількості поживних речовин, опадів та запасів вологи в ґрунті, зони вирощування.

Для ранніх сортів норму і густоту сівби потрібно збільшувати одночасно зі зменшенням ширини міжрядь, і навпаки, для пізніх сортів - зменшувати, а ширину міжрядь робити ширшою. Звідси виходить закономірність чим більший період вегетації сорту, тим більшої площі живлення він потребує. [2]

Глибина загортання насіння. Так, як соя виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту, важливим елементом при її сівбі є глибина загортання. Тому оптимальною на ґрунтах із важким механічним складом, схильних до запливання є глибина загортання – 3 см., на легкосуглинкових ґрунтах її можна збільшувати до 6 см. Результатом не дотримання оптимальної глибини загортання є ослабленні та зрідженні сходи та зниження урожайності насіння.

Для сівби використовують наступні сівалки: СУПН-8М; УПС-8; УПС-12; Клєн – 4,2; Клєн – 5,6; John Deere; Kinze; Great Plains; Kuhn; Nodet, Містраль 6000, СЗ-5,4, та інші. [2]

Особливості мінерального живлення і удобрення сої. Поміж бобових культур соя більше потребує вмісту поживних речовин в ґрунті, а особливо, азоту, хоча ефективність внесених добрив під сою, сильно залежить від сприятливих агрохімічних показників ґрунту, вологозабезпеченості, сорту тощо. Тому потрібно використовувати диференційне внесення добрив.

Незважаючи на здатність сої задовольняти значну частину потреби в азоті (70—75 %) за рахунок біологічної фіксації з атмосфери, вона позитивно реагує на внесення органічних і мінеральних добрив.

Органічні добрива в переважній кількості випадків вносяться під попередник, разом з мінеральними. На слабких ґрунтах соя добре реагує на спільне внесення мінеральних та органічних добрив прямо під культуру. На хороших ґрунтах спостерігається невеликий приріст врожаю від внесення добрив, однак застосовувати їх потрібно з врахуванням ґрунтозбереження. Ефективним і доступним рішенням з використанням органічних добрив, є сидеральні культури на зелене добриво. При проведенні сидерації підвищується показник зв'язності ґрунту, оптимізується водно-повітряний режим, посилюється діяльність ґрунтових організмів, зменшується кількість бур'янів на полі, що в свою чергу позитивно впливає на розвиток бульбочкових азотфіксуючих бактерій та кореневої системи сої. Як сидерати, зазвичай використовують суріпицю, олійну редьку, гірчицю, ріпак.

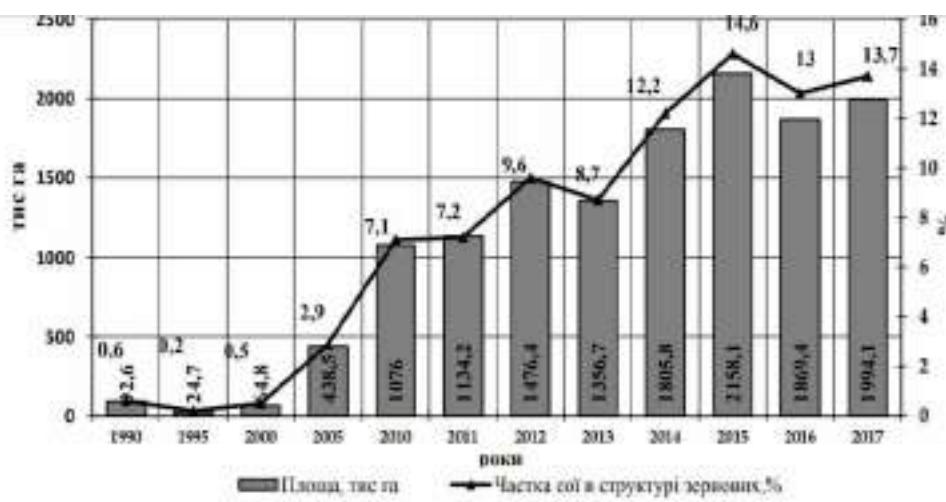
Встановлено, що на формування 1 ц насіння і відповідної кількості побічної продукції соя використовує 7,2—10,1 кг азоту, 2,4—4,1 кг фосфору, 2,2—4,4 кг калію, 2,3—2,8 кг кальцію тощо. Враховуючи потреби сої в елементах живлення на сірих лісових ґрунтах, щоб отримати урожайність насіння сої 3,0-3,5 т/га необхідно вносити під зяблеву оранку по 60 кг/га д. р. фосфорно-калійних добрив і 30—45 кг/га азотних навесні. Слід зазначити, що ця доза азоту не є шкідливою для формування потужного симбіотичного апарату посівами сої.

Як відомо, для нормального розвитку рослин необхідні не тільки азот, фосфор і калій, але і мікро- та мезоеlementи: залізо (Fe), мідь (Cu), молібден (Mo), марганець (Mn), кобальт (Co), цинк (Zn), бор (B), сірка (S), всі ці елементи беруть участь у фізіологічних процесах росту і розвитку рослин, підвищують ефективність роботи ферментів рослинного організму, покращують засвоєння елементів живлення рослинами із ґрунту. Мікроелементи є сильними каталізаторами, вони прискорюють біохімічні процеси в рослині та впливають на їх спрямованість. Саме тому мікроелементи є незаміними а їх нестача призводить до сповільнення росту і розвитку рослини.

Тільки при раціональному внесенню добрив, що містять мікроелементи, можна отримати максимально якісний урожай, що закладений генетично у насінні с/г культур. Нестача мікроелементів у доступній формі у ґрунті призводить до зниження швидкості перебігу процесів, що відповідають за розвиток рослин. В результаті це призводить до зменшення кількості та якості урожаю.

У зв'язку з цим, проблему забезпечення рослин доступними формами всіх потрібних макро- і мікроелементів в процесі онтогенезу вирішують за рахунок застосування багатокомпонентних, хелатних позакоренових добрив типу Еколист, Плантафол, Реаком, Вуксал, Акварін, Мастер, Брексіл та ін., які характеризуються порівняно високим коефіцієнтом засвоєння. Підживлення посівів проводиться у період коли рослина формує генеративні органи. [2]

На вітчизняному аграрному ринку соя вже багато років займає провідні позиції в експорті і переробці на харчові та кормові цілі поряд із зерновими культурами, а також має стратегічно важливе значення у забезпеченні продовольчої і економічної безпеки країни. Культура користується попитом серед виробників сільськогосподарської продукції як прибуткова, за рахунок найвищої ринкової ціни серед олійних. Основним рушійним фактором розвитку сої та збільшення її посівних площ в світі став перехід людства від тваринних жирів на рослинні та олію, збільшення чисельності населення в країнах Азії та потужний розвиток галузі тваринництва у країнах ЄС. В сумі це призвело до глобального збільшення попиту на сою та переорієнтацію багатьох країн на її вирощування, поміж яких опинилася і Україна. За останні 10 років в Україні відбулось різке збільшення кількості посівних площ під соєю – більше ніж в два рази. Відповідно, значно збільшилась і частка сої в загальній структурі посівів зернових. [3]



*Рис. 1. Динаміка посівних площ сої та її частки у структурі всіх зернових культур України*

Нині основний напрям споживання сої – це експорт. Географія поставок української сої є доволі широкою. На сьогодні експорт здійснюється до 46 країн світу, а, наприклад, у 2004 р. їх було 8. Найбільшими імпортерами вітчизняної сої у 2020 - 2021 р. були: Туреччина та ЄС. На експорт сої, як і ріпаку, частково має вплив відсутність захисного механізму у вигляді вивізного мита. Так, як, на соняшник воно становить 10% і колись сприяло “переорієнтації” з чистого експорту насіння на продукти переробки в результаті створення доданої вартості. Підприємства з переробки сої випускають олію, шрот, концентрат та ін., тому збільшення їх обсягів сприятиме зростанню пропозиції отриманих

продуктів. У загальній структурі кормового вжитку соєвий шрот становить 23%, із соняшни ку – 76%, з ріпаку – 1%. [4]

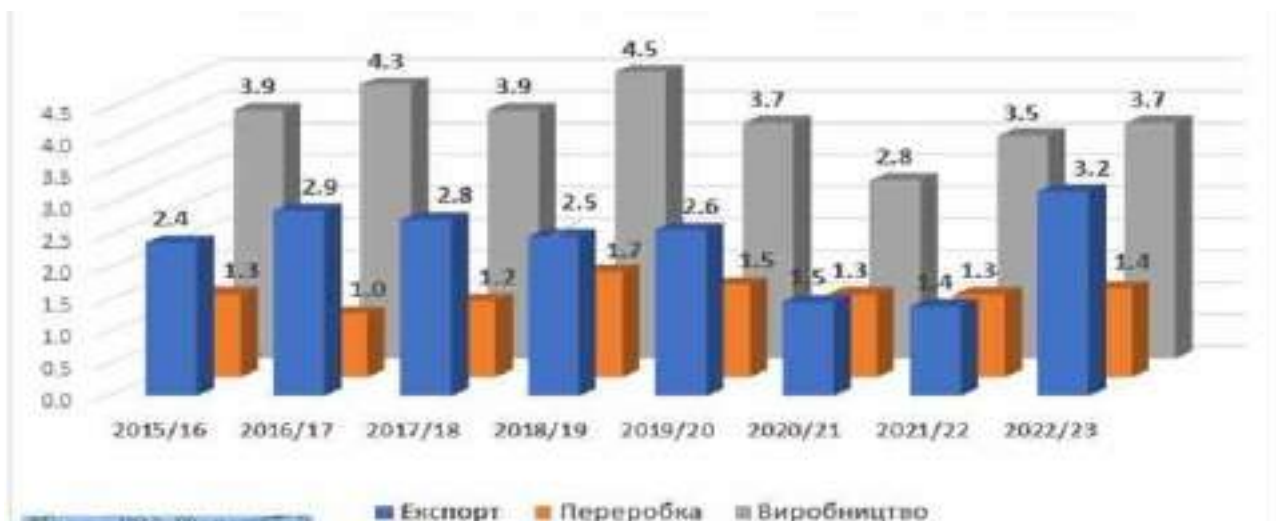


Рис. 2. Українська соя – виробництво, експорт, переробка, млн.т

ТОП-10 виробників соєвої олії у 2021 році:

1. ТОВ «Катеринопільський елеватор» — 21,1% (47,5 тис. т);
2. ТОВ «Глобинський консервний завод» — 14,2% (31,8 тис. т);
3. ТОВ «Елеватор Буд Інвест» — 11% (24,7 тис. т);
4. ТОВ «Транзпостач» — 10,6% (23,7 тис. т);
5. ТОВ «Фалькон Агро Груп» — 9,0% (20,14 тис. т);
6. ПрАТ «Пологівський ОЕЗ» — 9,0% (20,13 тис. т);
7. ТОВ «Таврія Агроінвест» — 5,6% (12,6 тис. т);
8. ТОВ «Протеїн Інвест» — 2,6% (5,8 тис. т);
9. ТОВ «Відродження» (Житомирська обл.) — 2,3% (5,1 тис. т);
10. ТОВ «Явір Інвест» — 2,2% (4,1 тис. т).

**Висновок.** Соя є однією з основних сільськогосподарських культур за рахунок якої можна подолати дефіцит рослинного білка. В Україні є всі умови для подальшого розширення посівів цієї культури: сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, наявність адаптивних сортів та розроблені сучасні технології вирощування, що забезпечують отримання високих та сталих урожаїв насіння сої з найкращими якісними показниками.

### Список використаних джерел

1. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва та використання сої для розв'язання проблем білка. *Корми і кормовиробництво*. 2012. № 71. С. 12–26.
2. Колісник С. І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2012. № 71. С. 41–48.
3. Перспективи виощування сої в Україні. *Глобальні принципи фінансового, облікового та аналітичного забезпечення аграрного сектора*

*економіки* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 8 листоп. 2018 р. Харків, 2018. С. 267–270.

4. Чехов С., Чехова І. Ринок сої України: тенденції та перспективи. *Економіка України*. 2016. № 10 (659). С. 46–55.

**Микола РОЗГОН<sup>27</sup>,**

Студент 4 курсу денної форми навчання,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВСЕ ЩО ПОТРІБНО ЗНАТИ ПРО ТЕХНОЛОГІЮ ВИРОЩУВАННЯ КІНОА**

**Анотація.** Протягом останнього десятиліття кіноа стає все більш відомою культурою на наших кухнях і в ресторанах. Це також висхідна зірка в садах. Кіноа — це прохолодна сезонна культура, яку вирощують заради її крихітного насіння багатого на білок. Це прекрасна культура, яка дає високі рослини з сріблясто-зеленим листям і блискучими червоними, рожевими та золотими головками насіння. Її легко вирощувати, вона стійка до посухи та хвороб, насіння збирають восени до перших сильних морозів. В даній статті наведені тонкощі вирощування цієї популярної суперзернової культури.

**Annotation.** Over the past decade, quinoa has become an increasingly popular crop in our kitchens and restaurants. It is also a rising star in gardens. Quinoa is a cool-season crop grown for its tiny, protein-rich seeds. It is a beautiful crop that produces tall plants with silvery green leaves and shiny red, pink and gold seed heads. It is easy to grow, it is resistant to drought and diseases, the seeds are collected in autumn before the first severe frosts. This article describes the intricacies of growing this popular super grain crop.

**Вступ.** Культуру кіноа (вимовляється як «кін-ва», але в Україні відома саме під назвою кіноа) називають псевдозлаковим зерном, тому що її їдять як злаки і можна подрібнити в борошно, а також варити як рис або кус-кус, а листя можна споживати як шпинат. Все це, і цей суперпродукт можна культивувати в різноманітних тонах, з різнокольоровими насінневими головками, які додають райдужного кольору будь-якому городу чи декоративній грядці.

Ця білкова культура є багатим джерелом клітковини, заліза, магнію, цинку та калію. Кіноа також насичена антиоксидантами та не містить глютену, що робить її універсальною основною їжею на городі для тих, хто піклується

---

<sup>27</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Вергелес Павло.

про своє здоров'я та не переносить пшеницю. Хоч вона здається сучасним явищем, та ця прохолодна сезонна культура має поживну спадщину, яка сягає століть. Вшановувана як священна їжа стародавніми племенами інків, кіноа (вона ж «пшениця інків») називається «матір'ю злаків». Її легко вирощувати, і тому терпляче вирощування винагороджує смачним врожаєм [1,2].

**Виклад основного матеріалу.** Кіноа походить із гірського регіону Анд у Південній Америці та культивується протягом тисячу років. Найкраще росте в регіонах, де літні температури не перевищують 32°C, але селекціонери попрацювали й над сортами, які добре ростуть як у теплішому, так і в прибережному кліматі. Рослини більшості сортів виростають від 30 — 180 сантиметрів у висоту, даючи насіння світло-коричневого, червоного або чорного відтінків. Рослинам потрібен тривалий період для росту та дозрівання, більшість сортів готові до збору врожаю через 90–120 днів після посіву.

**Таблиця 1**

*Огляд кіноа*

Власне назва	Кіноа (Quinoa)
Назва роду	Chenopodium quinoa
Тип рослини	Однорічний
Колір квітки	Помаранчевий, червоний, жовтий
Колір листя	Синій/Зелений
Розмноження	Насіння

Культура кіноа споріднена амаранту, який також вирощують заради їстівного насіння. Це також близький родич звичайного бур'яну баранячих ніжок, популярної рослини серед фуражирів. Як і баранячі ніжки, ніжне молоде листя кіноа можна їсти в звичному вигляді (так само, як шпинат), а також приготовані в пастах, запіканках і навіть соусах. Важливо відзначити, що, як і щавель і шпинат, листя кіноа містять високий рівень щавлевої кислоти, яка може запобігти ризику утворення каменів у нирках в чутливих людей.

Вирощування кіноа залежить лише від кількох простих садових заходів, а також від розуміння її місцевих уподобань та умов. Це потенційно одні з найпростіших для вирощування культур (якщо зуміти забезпечити умови, що нагадують їхнє походження в перуанських горах). Вони люблять прохолодний клімат та потребують перебування принаймні 8 годин прямого сонячного світла на день [3].

Рослини кіноа найкраще ростуть у добре дренованих, родючих ґрунтах із рН приблизно 6-7. Вони відомі своєю посухостійкістю, але вони цінують регулярний полив. Укорінені рослини мають сильну кореневу систему, що робить їх дуже стійкими до посухи [4,6].

Вирощування кіноа залежить від розумного часу. Квітень – найкращий час для посадки. Ідеальний температурний діапазон для вирощування рослин



становить 13-32°C. Рослинам потрібно три-чотири місяці, щоб повністю дозріти. У травні потрібно стежити за бур'янами [6,7].

Однією з ключових проблем є утримання рослин у вертикальному положенні. Коли рослини досягнуть певної висоти, їх закріплюють на кілках або подібних опорах, але так аби не порушити кореневу систему.

Як правило, рослина готова до збору коли стебла повністю сухі, а листя опадає. Залежно від того, коли було посаджено кіноа, її часто можна збирати в серпні або вересні. Більшість сортів готові до збору приблизно через 90-100 днів після посадки.

**Таблиця 2**

**Календар посіву та збору врожаю**

	Січень	Лютий	Березень	Квітень	травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
закритий ґрунт												
відкритий ґрунт												
урожай												

На відміну від інших зерен, насіння кіноа не має насінневої оболонки, яку потрібно видаляти, тому не потрібне спеціальне обладнання для їх очищення. Для очищення насіння можна використовувати сито. Коли насіння стане чистим його розкладають на ширмі або лотку, щоб вони просохли ще кілька днів. Зберігають висушене насіння кіноа в банці або контейнері.

Загалом кіноа безпроблемна культура та уражується лише кількома шкідниками, які вважають рослину привабливою. Ось найпопулярніші з них:

- Слимаки/равлики: вони сповіщають про свою присутність на молодих незахищених рослинах слизовими слідами та дірками в листі. Можна позбутися равликів, обробивши органічними гранулами, пивними пастками або збираючи слимаків вручну.

- Попелиця: можна помітити за рядом ознак чи немає жовтого, липкого або опалого листа. Позбутися попелиці можна, додавши рослини-компаньйони, як-от настурція, і корисних хижаків, як-от сонечка, або розбризкуючи листя мильною водою.

- Листові мінери: якщо чітко помітні коричневі сліди на листі, це може бути їх вина. Боряться за допомогою легкої садової сітки на площі посадки, щоб дорослі жуки не могли відкласти яйця.

Зараз багато насінневих компаній пропонують насіння кіноа у своїх каталогах. Незважаючи на те, що існує багато доступних сортів найчастіше вирощують два сорти Cherry Vanilla та Brightest Brilliant. Вони надійні, продуктивні та адаптовані до різних умов вирощування [5,8].

Cherry Vanilla – цей сорт наймовірно декоративний із рослинами, які виростають від 90 до 150 сантиметрів у висоту. Це хороший вибір для вирощування у горщиках для естетики. Насіннєві головки, що привертають увагу, варіюються від блідо-рожевого до насиченого кольору фуксії, що робить цю культуру досить гарною, щоб її можна було використовувати на клумбах і бордюрах, а також на городі.

Brightest Brilliant – рослини заввишки від 120 до 180 сантиметрів увінчані головками червоного, помаранчевого, рожевого, кремового і навіть золотого кольорів. Молоде листя споживають у сирому або вареному вигляді, також чудовий для отримання великого врожаю насіння.

### Список використаних джерел

1. Колата, Алан Л. Кіноа: виробництво, споживання та соціальна цінність в історичному контексті. Кафедра антропології (доповідь). Чиказький університет. 2009

2. Вон, Дж.Г.; Гайслер, К.А. Нова Оксфордська книга харчових рослин. Видавництво Оксфордського університету. 2009

3. Грег Шлік і Девід Л. Бубенхайм. Кіноа: нова "нова" культура з потенціалом для CELSS. Технічний документ. НАСА. 1993

4. Хінохоса, Леонардо; Гонсалес, Хуан А.; Барріос-Масіас, Феліпе Х.; Фуентес, Франциско. Абіотичні стресові реакції кіноа: огляд. Рослини. 2018, 7 (4), 106 с.

5. Чжан, Хен; Лі, Юаньюань; Чу, Джан-Канг. Розробка природних стресостійких культур для сталого сільського господарства. Природа рослин. 2018, 4 (12)

6. Базіль, Дідьє; Мартінес, Енріке А.; Фуентес, Франциско. Різноманітність кіноа на біогеографічному острові: огляд обмежень та потенціалу від посушливих до помірних регіонів Чилі. Ботанічні нотатки агробіотанічного саду Клуж-Напока. 2014, 42 (2): 289–298 с.

7. Якобсен, С.-Е. Ситуація для кіноа та її виробництва на півдні Болівії: від економічного успіху до екологічної катастрофи. Журнал агрономії та рослинництва. 2011, 197 (5): 390–99 с.

8. Мангельсон, Хейлі; Джарвіс, Девід Е.; Моллінедо, Патриція; Роллано-Пеналоза, Оскар М.; Пальма-Енсінас, Валерія Д.; Гомес-Пандо, Луз Райда; Джеллен, Ерік Н.; Моган, Пітер Дж. Геном *Chenopodium pallidicaule*: нове андське суперзерно. Застосування в науках про рослини. 2019, 7 (11)

**Анастасія СВИСТУН<sup>28</sup>,**  
Студентка 2-го курсу,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **БІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗБУДНИКА ХВОРОБ КАРТОПЛІ (*ALTERNARIA SOLANI*) ТА ЗАХОДИ ЩОДО ОБМЕЖЕННЯ ЙОГО ПОШИРЕННЯ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

***Анотація.** Данна стаття присвячена вивченню альтернаріозу картоплі та розробці й удосконаленню засобів комплексного захисту насаджень картоплі від цієї хвороби в лісостеповій зоні України, а саме у Вінницькій області. Встановлено, що в районах проведення досліджень збудниками альтернаріозу картоплі є гриби *A. solani* (Ell et Mart.) та *A. alternata* (Keissler) роду *Alternaria*. Досліджено вплив умов навколишнього середовища (температури та вологості) на розвиток хвороби.*

***Annotation.** This article is devoted to the study of potato alternaria and the development and improvement of means of comprehensive protection of potato plantations from this disease in the forest-steppe zone of Ukraine, namely in Vinnytsia region. It was established that in the areas of research the causative agents of potato Alternaria are the fungi *A. solani* (Ell et Mart.) and *A. alternata* (Keissler) of the genus *Alternaria*. The influence of environmental conditions (temperature and humidity) on the development of the disease was studied.*

***Ключові слова.** картопля, збудники хвороб, альтернаріоз картоплі, суха плямистість, фунгіцид.*

**Вступ.** В Україні картопля вирощується переважно на фермерських та особистих господарствах із середньою врожайністю 16-20 т/га. Одним із важливих резервів підвищення продуктивності вирощування картоплі є розробка планових заходів захисту культури від патогенних організмів, ураження яких може досягати 40-50% [7].

Картоплю уражує більше ніж 50 шкідників, включаючи гриби, бактерії, віруси, рослинних хробаків та змішаної таксономії, що призводить до зниження якості врожаю, які можуть викликати значні втрати бульб під час зберігання врожаю [1].

Під час вегетації картоплі найбільш значні втрати врожаю по'язані з ураженням рослин збудниками фітофторозу та альтернаріозу. Хоча існують певні відмінності в характері розвитку цих хвороб, є багато спільного в способах поширення цих інфекцій, а для контролю їх поширення та розвитку застосовуються однакові хімічні та біологічні заходи.

---

<sup>28</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Ніна Рудська.

Захворювання альтернаріозу викликається грибами *Alternaria*, найбільш небезпечними й поширеними з яких є *A. solani* Sorauer (несправжній гриб, збудник альтернаріозу різних сільськогосподарських культур, який паразитує всі види пасльонових) та дрібноспорові види *A. alternata* (Fr.) Keissl. та *A. infectoria*, серед інших. У багатьох випадках вище згадані патогени зустрічаються на рослинах-живителях упереміш, що робить їх розрізнення дуже складним. Серед вчених існує переконлива думка, що дрібні спорові види й штами відрізняються за здатністю продукувати токсини в екологічних і трофічних нішах [1, 5].

Альтернаріоз з'являється перед фазою бутонізації (цвітіння при якому, надземні частини ростуть густо й утворюють бульби) за 15-20 днів до цвітіння, у вигляді концентричних округлих темно-коричневих, темно-сірих або коричневих плям зі слабким темним нальотом. При сильному ураженні хвороба супроводжується пожовтінням, некрозом і викривленням листя, особливо нижніх листків доверху.



*Рис.1 Ураження листків картоплі ранньою сухою плямистістю*

Таким чином, розробка захисних заходів проти хвороб листків картоплі на основі поглиблених знань про оптимальні умови розвитку шкідника дозволить своєчасно прогнозувати зараження альтернаріозом та впроваджувати комплекс заходів зі стійкими сортами, спрямованих на зменшення його шкодочинності. Тому вищезазначені проблеми підтверджують актуальність даної студентської роботи.

**Виклад основного матеріалу.** Для захисту картоплі від збудника альтернаріозу важливим є поєднання агротехнічних та хімічних заходів, таких як встановлення оптимальних строків посадки, внесення мінеральних добрив та знищення післязбиральних решток.

Перш за все, слід звернути увагу на усунення первинних джерел інфекції. З цією метою восени слід провести глибокий обробіток ґрунту, тобто оранку. Це сприятиме розкладанню уражених рослинних решток і запобігатиме накопиченню патогенів у ґрунті [4].

Для хімічного контролю проти альтернаріозу слід використовувати

фунгіциди та біофунгіциди, що й проти фітофторозу. Рекомендовані фунгіциди можуть відрізнятися за хімічним складом, активністю діючих речовин та їхнім механізмом дії. Ці препарати створюють захисний шар на поверхні рослин, що перешкоджає грибковому зараженню.

Найпоширенішим способом застосування фунгіцидів проти хвороб картоплі є обприскування рослин під час вегетації. На ефективність препаратів сильно впливають біотичні та абіотичні фактори, тобто фактори живої та неживої природи, найважливішими з яких є метеорологічні показники, фізіологічний стан рослини, норма витрати та строки застосування [6].

**Таблиця 1**

**Сучасні фунгіциди для захисту картоплі від альтернаріозу [3]**

Назва препарату	Хвороба	Норма внесення кг/га	Спосіб та час обробки	Кратність обробок
Наутіл, ВГ (Цимоксаніл, манкоцеб)	Альтернаріоз, фітофтороз, септоріоз	1,8-2,0	Обприскування в період вегетації, по прогнозу появи захворювань	2
Манзат, ВГ (Манкоцеб)	Альтернаріоз, фітофтороз	1,0-1,3	Обприскування в період вегетації	2
Танос (цимоксаніл, фамоксадон)	Альтернаріоз, фітофтороз	0,4-0,6	Початок вегетації (12-15 см культури) та через 8-12 днів	4
Сігнум ВГ (Боскалід, піраклостробін)	Альтернаріоз	0,25-0,3	При виникненні небезпеки зараження	2

Щодо переваг застосування біофунгіцидів він полягає в тому, що у них відсутній період очікування. Їх можна використовувати на будь-якій стадії росту культури, в тому числі під час дозрівання плодів. Такі препарати екологічно безпечні й не завдають шкоди навколишньому середовищу. Єдиним недоліком буде те, що їх потрібно буде використовувати неодноразово на регулярній основі, щоб підтримувати їх ефективність.

Для боротьби з альтернаріозом використовують такі біофунгіциди:

- Триходермін
- Планриз
- Гаупсин
- Фітоспорин-М

Їх можна використовувати окремо або в баках, що містять суміш кількох біопрепаратів. Для досягнення стійкої ефективності рекомендується дві обробки з інтервалом 7-10 днів, а потім одна обробка кожні 10-20 днів [3].

Ще одним заходом проти поширення збуднику альтернаріозу є використання живих організмів та продуктів їх життєдіяльності для зменшення їхньої шкодочинності, завданої шкідливими організмами, тобто це так званий біологічний метод захисту рослин. Відомо, що біологічні засоби захисту

завдають мало шкоди здоров'ю людині та навколишньому середовищу порівняно з хімічними речовинами.

Біопрепарати часто є високоефективними проти шкідників. Наприклад Ризоплан та Бактофіт підвищували схожість картоплі на 15-20% і пригнічували кореневі гнилі на 65-80%. При цьому врожайність зросла на 33%. Застосування Триходерміну на картоплі призвело до зниження захворюваності фітофторозом у 3-7 разів порівняно з необробленими контрольними сортами.

Наразі біологічні препарати не набули широко використання у сільськогосподарському виробництві. Однією з основних причин є те що виробники дуже зацікавлені у швидкому та високоефективному використанні хімічних препаратів.

Загалом можна зробити висновок, що пригнічувальна дія фітопатогенних грибів і бактерій залежить від багатьох факторів, включаючи якісний і кількісний склад патогенного комплексу, раси патогенів, в тому числі антагоністичну мікрофлору та її якісний та кількісний склад. У свою чергу, на склад патогенної та антагоністичної мікрофлори сильно впливає генотип рослини-господаря.

Отже, переходячи безпосередньо до результатів даного дослідження, яке проводилось на дослідній ділянці с. Клембівка Вінницької області показало, що збудник альтернаріозу картоплі *Alternaria solani* вражає всі органи рослини протягом вегетаційного періоду. На території дослідної ділянки, як і в цілому на території Лісостепу України, переважають чорноземи та опідзолені ґрунти. Клімат області помірно-континентальний, середня температура січня може сягати до -6 °С, а середня температура липня +19 °С. Річна кількість опадів становить 400 мм, 80% з яких припадає на теплу пору року. Багаторічна середня температура найхолоднішого місяця становить близько -6 °С до -8 °С. Весняні заморозки зазвичай настають в кінці квітня на початку травня, а перші осінні заморозки – у жовтні [1,2].

У 2023 році перша декада червня (перших 10 днів) були досить спекотними та сухими, а третя декада – дощовою та прохолодною. Липень характеризувався меншою частотою та інтенсивністю дощів. Температура повітря в першій декаді липня була істотно нижчою середньорічних показників. Серпень виявився досить посушливим, але помірно теплим (близько до середньорічних показників).

Слід зазначити, що швидкість появи перших симптомів хвороби залежить від стійкості сорту до збудника та погодних умов під час вегетації. Кількість опадів протягом 2023 році суттєво відрізнялася від середнього багаторічного показника. Щодо температури, то вона була дещо вищою за середню багаторічну. Поєднання цих кліматичних факторів та природньої стійкості сортів визначило інтенсивність та характер розвитку альтернаріозу на проростках картоплі. Під час вегетації картоплі (особливо пізніх сортів) ця значна нестача вологи негативно вплинула на врожайність.

Відомо, що стійкість сортів картоплі до грибкових патогенів *Alternaria solani* поступово знижується від стадії сходів до цвітіння. Ця залежність

пояснює поступове збільшення площі ураження на поверхні рослини протягом вегетації.

Високі температури та низька кількість опадів мають вирішальне значення для спалахів альтернаріозу, саме тому дана хвороба була настільки поширеною у 2023 році.

Таким чином, результати дослідження демонструють, що зниження стійкості сорту до плямистостей листя картоплі призводить до скорочення інкубаційного періоду хвороби, більшого діапазону між мінімальним та максимальним рівнями ураження та збільшення інтенсивності прояву симптомів альтернаріозу.

**Висновок.** Отже, альтернаріоз - дуже поширене та небезпечне грибкове захворювання, яке може завдавати серйозної шкоди картоплі та негативно вплинути на врожайність даної культури. Оскільки хвороба вражає багато видів рослин, що може перешкоджати подальшому моніторингу поширення та пошкодження рослин цим захворюванням. Тому щоб запобігти ураженню, потрібно дотримуватись вимог вирощування тої чи іншої культури та проводити профілактичні заходи. Важливо дотримуватись агротехнічних заходів, вибирати стійкі сорти картоплі та застосовувати хімічні засоби боротьби, за потреби. Якщо хвороба вже виникла то слід проводити оприскування ефективними фунгіцидами.

#### Список використаних джерел

1. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія. Навчальний посібник Вінниця, 2019. 276 с.
2. Еколого-географічна характеристика Вінницької області: веб-сайт. URL: <http://www.geograf.com.ua/geoinfocentre/20-human-geography-ukraine-world/267-ref22041101>
3. Альтернаріоз картоплі: способи боротьби та міри профілактики: веб-сайт. URL: <https://sezon.com.ua/blog/sovety/alternarioz-ili-sukhaya-pyatnistost-sposoby-borby-i-mery-profilaktiki/>
4. Захист картоплі від Альтернаріозу: веб-сайт. URL: <https://www.summit-agro.com.ua/press-center/sezonni-rekomendaciyi/zahist-kartopli-vid-alternariozu>
5. Mazur V., Kolisnyk O. (2021). Influence of technological approaches of growing on sunflower seed productivity. Sil's'ke hospodarstvo ta lisivnytstvo. Agriculture and forestry. № 23. С. 5-15
6. Ефективність фунгіцидів проти хвороб картоплі: веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/572-efektyvnist-funhitsydiv-proty-khvorob-kartopli.html>
7. Найпродуктивніші сорти картоплі в Україні: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/14387-nazvano-nayproduktivnishi-sorti-kartopli-v-ukrayini>

**Ярослав СОВІНСЬКИЙ<sup>29</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## МЕТОДИ ЗАХИСТУ ТА БОРОТЬБА З ХВОРОБАМИ РОСЛИН

***Анотація.** Недавні зміни у світовому зерновому ринку зробили зернові культури домінуючими. Різноманітні способи використання зерна і новації в промисловості (як-от виготовлення біоетанолу та інших мікробіологічних продуктів) підсилили інтерес українських аграріїв до проблеми захисту рослин. Застосування високоврожайних гібридів, які є стійкими до хвороб, приносить не лише підвищення урожайності, але й ряд викликів. Одним з ключових є погіршення фітосанітарного стану рослин і зростання активності шкідників та хвороб. У поточному економічному контексті роль гібридів та сортів, які стійкі до хвороб, виростає через їх вплив на екологію та ефективність ресурсозберігаючих методів вирощування.*

***Ключові слова.** сівозміна, фітозахист, хвороби, біологічний метод, хімічний метод, профілактика, пестециди.*

***Annotation.** Recent changes in the world grain market have made grain crops dominant. Various ways of using grain and innovations in industry (such as the production of bioethanol and other microbiological products) have increased the interest of Ukrainian farmers in the problem of plant protection. The use of high-yielding hybrids that are resistant to diseases brings not only increased productivity, but also a number of challenges. One of the key factors is the deterioration of the phytosanitary condition of plants and the increase in the activity of pests and diseases. In the current economic context, the role of hybrids and varieties that are resistant to diseases is growing due to their impact on ecology and the effectiveness of resource-saving cultivation methods.*

***Вступ.** Хвороби рослин можуть бути заподіяні різними патогенами, включаючи гриби, бактерії, віруси та нематоди. Для збереження урожаю і ефективного землеробства важливо знати, як відновлювати пошкоджені рослини та запобігати розвитку хвороб. Проблеми з хворобами рослин заважають ефективному вирощуванню агрокультур, призводячи до зниження врожаю, якості продукції та доходів аграріїв. Кожен рік господарства в усьому світі зазнають втрат внаслідок хвороб рослин, що впливає на їхню продуктивність та економіку. Традиційні методи боротьби з ними включали сівозміну або усунення хворих рослин [1]. Але з розвитком хімії у ХХ столітті було введено хімічні засоби захисту. Нині існує багато методів боротьби з*

---

<sup>29</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.



хворобами, від хімічних до біотехнологічних. Збереження довкілля під час вирощування рослин набуває особливої важливості, що стимулює пошук безпечних методів лікування [2, 4].

З урахуванням глобалізації, зміни клімату і збільшення потреби в їжі, потрібно забезпечити стабільність агрокультур. Це вимагає інтегрованого підходу до захисту рослин, адаптації до різних умов та широкого застосування в агробізнесі [2, 5].

Ця стаття спрямована на огляд сучасних методів фітозахисту, їхній аналіз, переваги та недоліки, а також обговорення майбутніх наукових досліджень у цьому напрямку. Сподіваюся, що ця робота буде корисна як науковцям, так і спеціалістам у сфері агрономії та фітозахисту.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні методи комплексного фітозахисту передбачають стратегію керування популяціями шкідників в агроекосистемах, використовуючи найкращий набір методів для певних умов, з метою підтримки здоров'я рослин. Центральне місце у такому захисті займає моніторинг та прогнозування появи шкідників, що включає в себе збір, обробку та застосування інформації про стан рослин для ефективного та економічно виправданого використання методів захисту.

Існує кілька основних методів боротьби зі шкідниками та захворюваннями рослин:

1) *Агротехнічні* – це методи, які спрямовані на обмеження росту збудників хвороб та підсилення рослинної відпорності до них (використання біологічної сівозміни, дотримання рекомендованих термінів посіву, оптимальне застосування органічних добрив);

2) *Вибір та впровадження рослинних сортів*, які мають відпорність до хвороб та шкідників;

3) *Біологічні* – методи, які полягають у використанні живих організмів для контролю патогенів (наприклад, використання ентомофагів) чи їхніх метаболітів (таких як антагоністичні мікроорганізми, фітонциди);

4) *Біофізичний та фізико-механічний* – методи, що базуються на впливі фізичних чинників на шкідників (радіація, високочастотний струм, ультразвук, екстремальні температури);

5) *Хімічні* - це використання пестицидів і отрутохімікатів для боротьби з організмами, що завдають шкоди рослинам, тваринам та людям, а також гризунами, бур'янами та іншою небажаною рослинністю;

6) *Карантин* - комплекс правових заходів, які мають на меті захистити рослини та інші продукти від шкідливих агентів у визначених зонах.

#### Комбіноване використання пестицидів та агрохімікатів:

Шкідники та агенти рослинних захворювань адаптуються до різних етапів розвитку рослин. Саме ця адаптація вимагає точного часу використання пестицидів. Багато агрокультур в однакові періоди розвитку стають уразливими до конкретних шкідників, що сприяє комбінованому використанню пестицидів для їх захисту.

Існуюча різноманітність пестицидів не дозволяє забезпечити надійний захист рослини від усього спектру шкідливих організмів, використовуючи лише один засіб. Тому часто змішують кілька пестицидів.

Комбіноване введення пестицидів та агрохімікатів має на меті:

покращення якості робочого розчину, збільшення ефективності проти шкідників, підсилення позитивного впливу на оброблювану рослину, розширення діапазону і тривалості дії препаратів, недопущення небажаних наслідків від агрохімікатів (наприклад, розвиток резистентності), зменшення економічних витрат на впровадження, запобігання деградації структури ґрунту.

Методи комбінованого застосування включають:

комбінації пестицидів з однаковою метою, але різним механізмом дії (наприклад, два фунгіциди, один контактний, інший - системний), змішування різних пестицидів для боротьби з різноманітними шкідниками (наприклад, інсектицид і фунгіцид), комбінації пестицидів з рідкими добривами, стимуляторами росту, мікроелементами тощо, використання пестицидів разом з поверхнево-активними агентами при обробці насіння.

Комбіноване використання пестицидів і агрохімікатів є необхідним для оптимального захисту агрокультур і максимальної ефективності обробки.

Основні методи фітозахисту включають:

1) *Хімічний метод*: це широко застосовуваний підхід, де використовуються спеціальні речовини - пестициди. Цей метод швидко діє, є економічно вигідним і універсальним. Хімікати можуть бути різних типів, таких як:

✓ Гербіциди: спрямовані на знищення бур'янів.

✓ Інсектициди: призначені для знищення комах-шкідників.

✓ Фунгіциди: використовуються для захисту рослин від грибкових захворювань.

Різні пестициди мають свої особливості використання та дії. Наприклад, деякі залишаються на поверхні рослини, інші проникають всередину і мішаються з її соками.

2) *Біологічний метод*: використовує природні міжвидові взаємодії (наприклад, корисних грибів та бактерій) в екосистемі та особливості рослин для контролю шкідників. Основна ідея - використовувати природних ворогів шкідників та різноманітні продукти живих організмів, такі як антибіотики. Основна мета - зберігати і зміцнювати корисні популяції в агроекосистемах.

3) *Сівозміна*: це техніка, яка передбачає зміну культур на одному місці від сезону до сезону. Це ефективний інструмент у боротьбі з шкідниками та захворюваннями. Сівозміна зменшує ризик розвитку шкідників і хвороб, оскільки деякі організми не можуть пристосуватися до нових рослин. Кожна рослина має свою реакцію на сівозміну, і правильний підбір може збільшити врожайність.

4) *Культурні методи*: Обертання культур, зміна типів рослин, які вирощуються на одному місці. Видалення захворюваних рослин. Використання рослин, які стійкі до певних хвороб.

5) *Фізичний метод*: Бар'єри - як-то сітки проти комах або вітрові захисні споруди. Регулювання вологості та температури, щоб створити небагатоприятні умови для патогенів.

б) *Профілактика*: Селекція рослин - виведення нових сортів рослин, які стійкі до певних хвороб. Санітарні заходи - регулярне очищення інструментів та обладнання. Здоровий початковий матеріал - використання лише здорового насіння або розсади.

Методи визначення та відслідковування шкідників та захворювань рослин:

На основі розуміння життєвих циклів та активних фаз шкідників розроблено методи їх ідентифікації та відслідковування. Ці методи можна розділити на дві категорії: візуальні та інструментальні.

Візуальні методи полягають у прямому огляді рослин та шкідників. Це включає в себе маршрутні обстеження полів для виявлення наявності та розповсюдження шкідників або хвороб, а також докладний облік для визначення їх концентрації та впливу на рослини.

Облік захворювань включає в себе визначення поширення хвороби, її інтенсивності та стадії розвитку. Це зазвичай роблять за допомогою формул, які базуються на відсотковому співвідношенні між загальною кількістю рослин та кількістю заражених рослин. Також використовуються шкали для оцінки ступеня ураження рослини від 0 (здорова рослина) до 4 (серйозне ураження або смерть рослини).

Всі ці методи допомагають агрономам і фермерам забезпечити належний захист своїх посівів від шкідливого впливу шкідників і хвороб.

Під час аналізу захворювань рослин оцінюють їх розповсюдження, інтенсивність впливу та прогрес захворювання.

Розповсюдженість хвороби, яка вказує на відсоток пошкоджених рослин чи їх частин, розраховується за наступною формулою:

$$P = n \times 100 / N,$$

де:

P - відсоток рослин, що постраждали від хвороби;

N - загальна кількість рослин у вибірці;

n - число пошкоджених частин або цілих рослин.

Інтенсивність ураження показує ступінь поразки рослин та базується на аналізі площі пошкодженого органу і глибині симптомів хвороби. Щоб визначити ступінь враженості, використовують умовні візуальні шкали, зазначаючи або кількість балів, або відсоток ураженої області рослини.

Шкала оцінки захворювань включає такі рівні:

0 - рослина без ознак хвороби;

1 - мінімальне ураження частини рослини;

2 - помірне ураження, але без суттєвих пошкоджень;

3 - виразне ураження, деякі частини рослини сильно пошкоджені;

4 - важке ураження, що призводить до загибелі частини або всієї рослини.

**Висновок.** Захист рослин від різноманітних захворювань є ключовою областю в аграрній сфері, від якої залежить якість та врожайність посівів. Дослідження підкреслюють важливість поєднання стандартних та новітніх методів у веденні рослинництва. Використання звичайних хімічних засобів захисту, хоч і демонструє високу дієвість, може мати побічні ефекти для навколишнього середовища та здоров'я. З іншого боку, методи біологічного захисту стають все більше в деманді завдяки їх безпечності та цілеспрямованості. Системний підхід до вивчення та прогнозування забезпечує швидке виявлення та відгук на потенційні проблеми, мінімізуючи можливі збитки. В кінцевому підсумку, для максимального захисту рослин від різних хвороб, слід розробляти і вдосконалювати інтегровані підходи, які враховують різноманітні методи і засоби, забезпечуючи при цьому рівновагу в екосистемі та зберігаючи біорізноманіття.

### Список використаних джерел

1. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Садово-паркова фітопатологія. Навчальний посібник Вінниця ТОВ ТВОРИ. 2020. 380 с.
2. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія. Навчальний посібник Вінниця, 2019. 276 с.
3. Мельничук М.Д., Ліханов А.Ф., Коваленко Т.М., Клюваденко А.А. Вторинні метаболіти та їх роль в системах адаптації і захисту рослин. Монографія Вінниця ВНАУ Видавець ТОВ «Друк» 202. 192 с.
4. Mazur V., Kolisnyk O. (2021). Influence of technological approaches of growing on sunflower seed productivity. *Sil's'ke hospodarstvo ta lisivnytstvo. Agriculture and forestry.* № 23. С. 5-15
5. Бабенко А.І., Танчик С.П. Особливості захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів за умов органічного землеробства. *Карантин і захист рослин.* 2016. № 2-3. С. 38-40.

**Катерина БАЛАКІР<sup>30</sup>,**  
Студентка 3-го курсу,  
Факультет Агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### СПОСОБИ РОЗМНОЖЕННЯ ВИНОГРАДУ

**Анотація.** Дана стаття присвячена дослідженню сучасного виноградарства України, яке переживає серйозну кризу, спричинену нестабільною економічною ситуацією в державі в цілому та в галузі. Внаслідок політичної та економічної перебудови виноградарство більше не отримує

---

<sup>30</sup>Науковий керівник – к. с.-г. н., доцент кафедри рослинництва та садівництва Паламарчук І.І

*державної підтримки на створення та відновлення багаторічних насаджень, реконструкцію та оновлення виробничих потужностей з переробки винограду. Підприємствам не під силу високі кредитні ставки, а власних коштів для розвитку виробництва недостатньо або зовсім немає. В країні відсутні економічні механізми, спрямовані на стабільне та прибуткове функціонування однієї з найбільш прибуткових галузей національної економіки.*

**Ключові слова.** *виноградарство, сегрегація, саджанці, насадження, посадковий матеріал, господарства, виноградники, сертифікація.*

**Annotation.** *The article is devoted to the study of modern viticulture of Ukraine, which is experiencing a deep crisis, which was caused by the unstable economic situation both in the country as a whole and within the industry. As a result of political and economic restructuring, viticulture was left without state support for the establishment and restoration of perennial plantations, reconstruction and renewal of production equipment for grape processing. High credit rates have become beyond the power of enterprises, their own funds for the development of production are insufficient or completely absent. The country lacks an economic mechanism aimed at the stable and profitable functioning of one of the most profitable branches of the national economy.*

**Keywords.** *viticulture, segregation, seedlings, plantations, planting material, farms, vineyards, certification.*

**Постановка проблеми.** Станом на 2018 рік загальна площа виноградників в Україні становила 70,7 тис. га для сільськогосподарських підприємств і 84,1 тис. га для фермерських господарств усіх категорій. Загальний обсяг збору цих категорій у 2021 році склав відповідно 336,96 ц та 512,85 тис. т при середній урожайності 6,0-6,1 ц/га. Площа виноградних насаджень українських агропідприємств за останні 10 років скоротилася на 22,3 тис. га (з 93 тис. га у 2018 році до 77 тис. га у 2021 році). Кризова ситуація у виноградарстві спричинена, зокрема, низькою якістю садивного матеріалу. Зараз найбільшою проблемою галузі є відсутність надійного догляду за посадковим матеріалом [3].

З 2020 по 2021 роки господарства різних форм власності вирощували в середньому 8 млн саджанців на рік, з яких 6 млн щеплених, внаслідок чого потреба в садивному матеріалі в ці роки заповнювалася на 35-40 %. Значна кількість саджанців була завезена з таких країн, як Франція, Італія, Молдова та Югославія. Однак, незважаючи на всі ці проблеми, інтерес до винограду, однієї з найдавніших культур у світі, зберігається і лише зріс за останні роки. Останнім часом у зв'язку з очевидною економічною вигодою від виноградарства ця галузь почала відроджуватися. Тому метою є реструктуризація галузі відповідно до сучасних вимог винного ринку та створення плантацій з вирощування якісних беззмінних культур. У 2008 році в Україні була прийнята Програма розвитку виноградарства і виноробства до 2025 року. Реалізація програми спочатку передбачатиме реабілітацію існуючих виноградників і посадку нових насаджень [1, с. 2].

Одним із завдань українського виноградарства на даний момент є впровадження у виробництво передових ресурсозберігаючих технологій ведення виноградного розсадника, що дозволить знизити витрати на посадковий матеріал порівняно з нинішніми в 3-4 рази.

Тому для збереження та розвитку виноградарства необхідно відновити базу розсадників (до понад 30 млн. саджанців на рік) та забезпечити перехід від розсадників винограду до виробництва якісного садивного матеріалу. Засаджувати та пересаджувати виноградники необхідною кількістю сертифікованого садивного матеріалу з використанням новітніх ресурсозберігаючих технологій [4].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Районований сортовий маточник або сортовий маточник є основною ланкою в розсаднику винограду. Як правило, для створення таких насаджень використовується елітний посадковий матеріал, отриманий в процесі селекції зі 100 % чистих сортів, високоврожайних кущів, що характеризуються відсутністю хронічних захворювань вірусного типу та бактеріального раку, має високу потенційну життєздатність, типовість і відповідає всім стандартним вимогам до розвитку і росту кореневої системи.

Тривалий час маточні насадження створювалися на базі кращих промислових виноградників, які відрізняються високою чистотою, врожайністю, потужним ростом кущів і відсутністю видимих ознак хвороб, які важко піддаються лікуванню.

Найбільшого поширення набули субстрати з чистого торфу та суміші торфу з піском. Згідно з дослідженнями П. Грамотенка, І. Суятінова, П. Голодриги, В. Драновського [7, с. 18], Л. М. Мартавар, Р. Б. Гаврилової та Н. П. Воропай [9], торфопіщані суміші можна використовувати навіть якщо мокрий Вкорінені саджанці не будуть перегріватися, так як вода не застоюється, а вологий пісок має низьку теплопровідність. З іншого боку, дослідження різних наповнювачів у процесах виробництва гофрокартону, проведене професором Х. Беккером у Німеччині [2], показало, що швидкість росту була знижена в торф'яно-піщаних сумішах із перевагою піску. подовжується вегетація і зменшується розвиток коренів. На думку професора Х. Беккера, від піску, який не містить води, повітря і поживних речовин, слід повністю відмовитися. На думку багатьох дослідників, суміш торфу і піску, володіючи позитивними властивостями кожного компонента, відмінно підходить для приживання і розвитку щепи [2].

**Представлення основного дослідницького матеріалу.** Розмноження насінням або статеве розмноження застосовують в основному в селекції для отримання нових, цінних сортів отримання філоксеростійких підщеп, які важко укорінюються. У виробничих умовах цей спосіб не застосовують оскільки відбувається розщеплення ознак і втрата властивостей притаманних батьківським формам (сила росту, урожайність, якість ягід тощо) сіянці значно пізніше вступають в пору товарного плодоношення (проходять ювенільний період) [9, 12].

Вегетативне розмноження основане на важливій біологічній властивості рослин – регенерації, тобто здатності органів материнської рослини відновлювати втрачені її частини і розвивати нову рослину із окремих частин стебла. Вегетативне розмноження в свою чергу поділяється на такі способи: живцюванням, щепленням, відсадками, мікроклонально. Отже, розглянемо усі способи вегетативного розмноження.

Розмноження живцями найбільш простий і ефективний спосіб отримують кореневласні саджанці використовується в районах вільних від філоксери із визрілих однорічних пагонів нарізають черенки, які мають як мінімум один вузол із комплексною брунькою, їх укорінюють і вирощують саджанці черенки можуть бути зеленими і здерев'янілими [12].

Розмноження щепленням це хірургічна операція за якої з'єднують частини органів куща – підщепу і прищепу використовується в зоні розповсюдження філоксери у північних районах для отримання морозостійких насаджень для швидкого розмноження цінних малопоширених сортів для реконструкції виноградників [12].

Розмноження відсадками полягає в тому, що пагін, який вклали в ґрунт, деякий час не відділяється від материнського куща і живиться за рахунок нього. Способи відсадок: відведення лозою, кущем, горизонтальні відсадки, вертикальні відсадки.

Спосіб мікроклонального розмноження винограду (*in vitro*) включає мікроживцювання пробірних рослин і висадку їх на рідке поживне середовище Мурасіге і Скуга із зменшеною кількістю макроелементів і вітамінів і з додаванням до його складу індолілоцтової кислоти [4].

Розмноженням і вирощуванням щепленого і кореневласного садивного матеріалу займаються спеціалізовані с.-г. підприємства. Розсадники щеплених саджанців включають: маточники прищепних і підщепних лоз, сховища для зберігання лоз і саджанців, приміщення для підготовки компонентів до щеплення, майстерню для щеплення, теплиці для стратифікації щеп, приміщення для загартування, шкілька, зрошувальна система. Також розглянемо способи вирощування винограду. А саме, вирощування кореневласних саджанців та вирощування щеплених саджанців [12].

Кореневласні виноградні саджанці вирощують з однорічних, найчастіше здерев'янілих пагонів, розрізуючи їх найчастіше завдовжки 40-50 см. Коли садіння саджанців необхідно провадити глибше 50 см, немає потреби нарізувати довші чубуки. В цьому випадку краще здовжувати підземний стовбур за рахунок приросту однорічного пагона. От наприклад, зелені чубуки добре вкорінюються, проте цей спосіб розмноження не має великого поширення, тому що чубуки важко зберігати від підсихання. Для чубукування можна використати зелені пагони, що видаляються під час обламування, пришипкування, пасинкування і чеканки. Зелене чубукування слід застосовувати для прискореного розмноження цінних дефіцитних сортів винограду. Для успішного укорінення зелених чубуків не можна допускати навіть слабого в'янення пагона і листя на них. Тому зелені пагони необхідно зрізувати з кущів

рано вранці, надвечір, а вдень лише в похмуру погоду і негайно переносити їх у прохолодне приміщення, відразу ж занурюючи нижніми кінцями у воду, збризкуючи листя водою [3, 8].

При ранньому проведенні зеленого чубукування і доброму догляді за рослинами в теплиці вже в перший рік можна одержати саджанці, придатні для садіння на постійне місце. В цьому випадку саджанці викопують пізньої осені і зберігають звичайним способом.

Щеплені виноградні саджанці вирощують, головним чином, в зоні поширення філоксери. У північних районах лише в порядку виробничих дослідів провадиться щеплення на морозостійких підщепах. Для вирощування підщепних чубуків закладають спеціальні маточники філоксеростійких лоз [8, 12].

При закладанні маточників підщепних лоз необхідно мати на увазі, що підщепні сорти більш вимогливі до ґрунтових умов, ніж культурні сорти винограду. За своїми біологічними особливостями підщепні сорти повинні відповідати не лише тим районам і ґрунтам, на яких закладаються маточники підщепних лоз, але, головним чином, тим ґрунтам, де вони будуть рости в майбутньому у вигляді щеплених саджанців [3, 12].

Найбільш придатними для закладання маточників є легкі чорноземи або супіскові, досить родючі, добре проникні ґрунти, з рівнем залягання ґрунтових вод не менше 1 м. Не слід закладати маточники на ґрунтах з надміром вапна і особливо засолених; в цих умовах кущі багатьох підщепних сортів, будуть хворіти хлорозом або коротковузлям. Передпосадковий обробіток ґрунту під маточники провадиться так само, як і під звичайні виноградні насадження [12].

**Висновки з цього дослідження та перспективи.** На підставі проведених дослідів щодо дослідження технології вирощування кореневої розсади можна зробити наступні висновки: Кращий розвиток кореневої системи рідних саджанців спостерігався також у варіантах з комплексним удобренням. Але найбільше розвинулася коренева система як за загальною кількістю, так і за загальною довжиною коренів у варіанті, коли чубук замочували і дворазово обприскували листя комплексним добривом. Найбільш сприятливі умови для накопичення цукрів і крохмалю в пагонах рідного винограду створюють замочування чабука і 2-разове позакореневе підживлення комплексними добривами.

Вегетативне розмноження у порівнянні з насіннєвим має ряд переваг, зокрема легкість розмноження і швидкий розвиток рослин, ранній вступ у пору плодоношення (на 1-3 рік після садіння), повне збереження сортових особливостей, притаманних материнській рослині.

### **Список використаних джерел**

1. Власов В. В., Джабрія Л. В., Велас І. В. (2014). Сучасний стан і перспективи розвитку виноградарства та виноробства. Виноградарство і виноробство: міжгалузевий тематичний науковий збірник. Одеса: ННЦ «ІВіВ» ім.В.Є.Тирової», С. 51-45-49



2. Власов В. В., Штирбу А. В., Булаєва Ю. Ю. (2016). Сучасний стан і тенденції розвитку виноградарської галузі України. Виноградарство і виноробство: міжгалузевий тематичний науковий збірник. Одеса: ННЦ «ІВіВ» ім.В.Є.Таїрова», №53, С. 62-66
3. Калева В. В., Зотов А. М., Власов В. В. (2012). Сучасний стан і проблеми розвитку виноградарства і виноробства в Україні. Калева В. В., Зотов А. М., Власов В. В. Виноградарство і виноробство Магарач №3, С. 2-5
4. Малик Г. П., Кисельова Т. Г., Малик П. Г. (2005). Нові технології вирощування садивного матеріалу. Виноробство і виноградарство, № 5, С. 26-27.
5. Хреновскова Є. І., Іщенко І. О. (2008). Виноградарство: Підручник За ред. Другий тип переробок і доповнень К.: Арістай, С. 332
6. Григоровський Ю. Н. (1997). Асортимент винограду Слобожанщини. Ж. «Омнібус» , № 7, С. 11
7. Григоровський Ю. Н.(1997). Сортимент винограду для Придністров'я. Ж. “Омнібус”, №9, С. 15.
8. Грамотенко П., Суятинов І., Голодрига П., Драновський Є. (1964). Прискорення розмноження винограду. Сімферополь: Крим,. С. 54
9. Дерендовська А. І.(1992). Процес регенерації та його гормональна регуляція при вирощуванні щеплених живців винограду. Анотація доповіді. Доктор Хаб. Сільськогосподарські науки, Кишинів, С. 42
10. Кухарський М.С., Унгуляну С.І., Костисяну М.І. та ін. (2005). Агрономічна оцінка 54 основних безвірусних клонів європейської виноградної лози. В: Матеріали 3-ї міжнародної науково-практичної конференції «InWine'2005», Кишинів.
11. Іванченко В. Й. Байбулатов М. Р. (2003). Технологія садіння виноградарників різними видами садивного матеріалу Магалач. виноградарство і виноробство. №2, С. 2-4.
12. Паламарчук І. І. (2020). Методичні вказівки до виконання практичних робіт. Садівництво та виноградарство, С. 35-41, 62-80

Адріана КАЛІНУШКА<sup>31</sup>,  
Студентка 3-го курсу,  
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ІНТЕГРОВАНА ПІДТРИМУВАЛЬНА СИСТЕМА, ЗНИЖЕННЯ ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДІВ

***Анотація.** Сучасні занепокоєння щодо впливу на навколишнє середовище використання гербіцидів у сільському господарстві вимагають дослідження нових систем вирощування сільськогосподарських культур, які б зменшили їхню залежність від цих хімічних препаратів. У цій статті вказано про скорочення внесення гербіцидів в посадкові культури. Пом'якшення наслідків зміни клімату є головною проблемою Європейського Союзу (ЄС). У 2019 році ЄС представив Європейську зелену угоду (EGD), нову екологічну стратегію, спрямовану на нейтралізацію кліматичних змін до 2050 року. Серед сфер політики Європейської зеленої угоди включила стратегію «Від ферми до виделки» (F2F), яка спрямована на скорочення використання гербіцидів до 50%, до 2030 року. Це скорочення було запропоновано через передбачуваний негативний вплив пестицидів на навколишнє середовище та його біоту.*

***Annotation.** Current concerns about the environmental impact of herbicide use in agriculture require research into new cropping systems that would reduce their reliance on these chemicals. This article indicates the reduction of herbicide application in planting crops. Mitigation of the consequences of climate change is a major concern of the European Union (EU). In 2019, the EU presented the European Green Deal (EGD), a new environmental strategy aimed at neutralizing climate change by 2050. Among the policy areas of the European Green Deal is the Farm to Fork (F2F) strategy, which aims to reduce the use of herbicides by 50% by 2030. This reduction was proposed due to the perceived negative impact of pesticides on the environment and its biota.*

**Вступ.** Системи підтримки прийняття рішень для сільського господарства – це системи, які надають інформаційні ресурси для сприяння фермерам у прийнятті рішень шляхом інтеграції різних форм інформації, необхідної для вирощування сільськогосподарських культур. Багато типів даних можна збирати, організовувати та аналізувати, щоб встановити стратегії виробництва рослинництва, які є більш екологічно чистими та прибутковими порівняно зі звичайними. Експертні знання, моделі управління, своєчасні та точні дані та безперервний зворотний зв'язок після кожного періоду культивування є одними з ключових факторів, що

---

<sup>31</sup>Науковий керівник: старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ Людмила Пелех.

впливають на ефективність системи підтримки прийняття рішень, і часто використовуються для надання фермерам коротко- чи довгострокових рішень, котрі пов'язані з вирощуванням сільськогосподарських культур. Перший крок для функціонування системи прийняття рішень, розробленого для використання в сільському господарстві, включає збір даних із середовища, де вирощується культура. Такі дані можуть стосуватися кліматичних умов, параметрів росту культур або наявності шкідників і складу та щільності флори бур'янів. Потім моделі, включені в систему підтримки прийняття рішень, аналізують дані та ранжують список відповідних методів лікування для кожного випадку. Моделі системи підтримки прийняття рішень можуть включати правила, підказки, графіки управління, математичні рівняння та комбінації допоміжних засобів прийняття рішень. Наприклад, одна система підтримки прийняття рішень може запропонувати використання добрива, ранжувати список обробок боротьби зі шкідниками чи бур'янами або навіть запропонувати інтеграцію як хімічних, так і нехімічних практик на користь розвитку культур і продуктивності.

**Мета дослідження** – полягає у вивченні інтегрованої підтримувальної системи, зниження внесення гербіцидів.

**Виклад матеріалу.** Бур'яни вважаються конкурентоспроможними та адаптованими до широкого діапазону середовищ. Слід зазначити, що зараження бур'янами є причиною втрати сільськогосподарського виробництва на 5% у більшості розвинених країн, 10% – у менш розвинених країнах і 25% – у найменш розвинених країнах. Крім того, споживання гербіцидів становить приблизно половину загальної кількості пестицидів, що використовуються щороку, при цьому хімічний контроль залишається одним із найефективніших агротехнічних методів проти бур'янів. Однак виникли важливі питання щодо використання гербіцидів, такі як пошкодження культур, залишки у воді та ґрунті, токсичність для нецільових організмів, занепокоєння здоров'ям людини та швидкий розвиток стійких до гербіцидів популяцій бур'янів. На сьогодні дослідники шукають альтернативні методи, які можуть зменшити використання гербіцидів для боротьби з бур'янами. Націлювання на боротьбу з бур'янами у схемі всієї сівозміни шляхом досягнення максимальної вигоди від поєднання як агрономічних, так і хімічних методів боротьби також може допомогти істотно знизити загальну вартість сільськогосподарського виробництва [1].

Введення гербіцидів має бути зменшено, і цього можна досягти лише за допомогою інтегрованих систем боротьби з бур'янами і, зокрема, успішного врахування фактичної флори бур'янів на окремому полі разом із інформацією щодо не лише взаємодії між культурами та бур'янами, але й ґрунтового та кліматичного впливу. Тому вкрай важливо переконати фермерів дивитися в довгостроковій перспективі та зосередитися на різноманітних перевагах такої стратегії, а не на ризиках.

Загально відомо, що і фермери, і консультанти можуть отримати значну користь від використання системи підтримки прийняття рішень для боротьби з бур'янами. Зокрема, фермери можуть отримати конкретні та індивідуальні

рішення для кожного поля, якщо ведеться моніторинг бур'янової флори, а консультант може надати набір різноманітних порад з обмеженою витратою часу. Однак досі системи підтримки прийняття рішень не були широко впроваджені в боротьбі з бур'янами та захисті посівів.

Як індивідуальне, так і розподілене прийняття рішень може підтримуватися системами, заснованими на знаннях, які полегшують, розширюють або покращують здатність менеджера працювати з одним або декількома видами знань, які називаються системами підтримки рішень. Загалом, ці системи підтримки рішень тепер визначаються як інтерактивні комп'ютерні інструменти, які використовуються особами, які приймають рішення, щоб допомогти відповісти на запитання, вирішити проблеми та підтвердити або спростувати висновки. Розробка точної та ефективної системи підтримки рішень для боротьби з бур'янами вже давно визнана основною метою для агрономів, менеджерів із землекористування та посівів, а також дослідників бур'янів. Система підтримки прийняття рішень може бути у простій формі, такій як програмне забезпечення, яке вказує відповідні гербіциди, рекомендовані для конкретних порогових концепцій бур'янів [2].

Більш складні системи підтримки прийняття рішень оцінюють ефективність гербіцидів, екологічний аспект обробки гербіцидами та конкурентоспроможність між сільськогосподарськими культурами та різними видами бур'янів, у той час як вони також можуть надавати спеціальні знання про різноманітність екосистем та вплив ґрунту та кліматичних умов на ефективність застосувань гербіцидів. Крім того, було б важливо, щоб системи підтримки прийняття рішень допомагали фермерам визначити свої найважливіші цілі та розробити стратегії для їх досягнення.

Добре задокументовано, що передові технології можуть відігравати ключову роль в управлінні важливими параметрами в межах поля на користь захисту врожаю та по відношенню до стійкості агроекосистеми.

У багатьох випадках впровадження система підтримки прийняття рішень має на меті боротьбу з злаковими та широколистими бур'янами одночасно одним застосуванням гербіциду замість двох чи трьох. Загалом система підтримки прийняття рішень є багатообіцяючим як привабливий інструмент, призначений для підтримки фермерів у прийнятті правильних рішень щодо боротьби з бур'янами на важливих культурах.

Наприклад, повідомляється, що методології системи підтримки прийняття рішень дозволили порівняти щільність усіх видів бур'янів на загальній основі та, отже, передбачити можливі втрати врожаю для культури через конкуренцію бур'янів. Функціональна система підтримки прийняття рішень також може кількісно визначити рівень боротьби з бур'янами, котрий необхідний на рівні поля, вибрати відповідні гербіциди та необхідні норми для задовільного контролю бур'янів, а також оцінити частку окремих гербіцидів у бакових сумішах. Синергічні та антагоністичні ефекти між компонентами

суміші також можуть бути виявлені, і це одна з найважливіших відомостей для фермерів.

Системи підтримки прийняття рішень ранжують перелік відповідних обробок для фермерів і, у багатьох випадках, комбінації між ними в контексті інтегрованого управління. Слід врахувати той чинник, що вибираючи конкретну гербіцидну обробку із запропонованого списку, надається інформація щодо вартості гербіциду, норм внесення, щільності бур'янів до або після обробки та очікуваних втрат урожаю для кожного випадку. Крім того відомо, що системи підтримки прийняття рішень оцінюють втрати врожаю важливих культур, таких як озима пшениця чи соя, через бур'яни, які вижили після обробки гербіцидами, тоді як деякі з них здатні оцінити залишки гербіцидів у ґрунтовій воді за допомогою кількох екологічних показників [3].

Фактори, що впливають на ефективність гербіциду, також можна розпізнати, а ще й вплив кліматичних умов. Системи підтримки прийняття рішень можуть оцінювати погодні дані та інформувати користувача про їхній вплив на ефективність як залишкових, так і контактних гербіцидів. Ці системи надають фермеру знання про конкуренцію між бур'янами та культурами та пропонують найбільш відповідні гербіциди проти домінуючих видів бур'янів з оптимальною нормою дози, часом застосування та методом. Вплив технології системи підтримки прийняття рішень на скорочення використання гербіцидів приблизно на 40%, порівняно з еталонними гербіцидами, було добре встановлено.

Слід зазначити, що ефективний контроль бур'янів було зафіксовано при зменшенні використання гербіцидів на зернових більш ніж на 30% шляхом застосування гербіцидів відповідно до рекомендацій системи підтримки прийняття рішень, тоді як у цукрових буряках рекомендації цієї системи зменшили введення гербіцидів до 20%. Крім того, введення гербіцидів можна зменшити до 60% у зернових культурах, якщо обприскування проводити відповідно до збору даних щодо конкретної ділянки. Інші дослідження також показали, що потенційна економія кількості гербіцидів, які розпилюються для боротьби з широколистими та злаковими бур'янами, коливається від 60% до 77%.

Крім того, дистанційне зондування також може відігравати ключову роль у розробці вдосконалених системи підтримки прийняття рішень, оскільки його впровадження дає можливість своєчасно виявляти зміни в атрибутах флори бур'янів на полі. Основою специфічної боротьби з бур'янами на ділянці є виявлення, аналіз та управління просторовою та часовою мінливістю популяцій бур'янів у межах сільськогосподарських територій, щоб оптимізувати методи боротьби з бур'янами та загальну стратегію [4].

Таким чином, функціональність методологій системи підтримки прийняття рішень повинна бути розширена шляхом своєчасного збору точних даних щодо просторових і часових атрибутів у межах поля. Ці системи можуть скористатися перевагами такої інформації та покращити прийняття управлінських рішень на основі включення різних даних і ключових

параметрів, які спостерігаються в межах поля в певний момент часу. Наприклад, вихідними даними системи підтримки прийняття рішень може бути спеціальна карта для застосування гербіцидів у полі або географічна карта з можливим розташуванням інвазивних рослин або стійких до гербіцидів біотипів певних видів бур'янів. Фермери можуть скористатися перевагами боротьби з бур'янами на певних ділянках і зменшити витрати на використання гербіцидів з огляду на захист навколишнього середовища, а також зберегти свої економічні ризики на найнижчому прийнятному рівні. Бази даних систем підтримки прийняття рішень зазвичай складаються з великої кількості корисної інформації не тільки з агрономічного чи екологічного, але й економічного аспекту. З точки зору агрономії, знання точної стадії росту культури та бур'янів у певний час є життєво важливим для прогнозування втрат урожаю через конкуренцію бур'янів. Крім того, кількість флори бур'янів можна визначити кількісно, тоді як дані щодо типу ґрунту або росту культур можна отримати за допомогою системи підтримки прийняття рішень. Що стосується впливу на навколишнє середовище, рейтинг гербіцидів частково залежить від дози на індекс обробки та ризику занесення та вимивання. Також доступні поради щодо обмежень щодо використання кожного гербіциду. Крім того, гербіциди класифікуються на основі вартості, що відображає баланс, який включає оцінені втрати врожаю через бур'яни, очікувану врожайність і витрати на розподіл гербіцидів [5].

Незважаючи на свою перспективність, і до теперішнього часу система підтримки прийняття рішень мало сприяли вирішенню практичних проблем захисту рослин у реальних польових умовах через низку проблем, що виникли під час їх впровадження та використання. Ця неспроможність прийняти дану систему може бути частково пов'язана з прогалинами в розумінні фермерами ролі людини в розповсюдженні бур'янів і тенденцією не помічати ризики, пов'язані з управлінням. Швидкий розвиток технологій робить обладнання та програмне забезпечення застарілими за короткий період часу. Навіть якщо обладнання все ще виконує бажані функції, воно може більше не підтримуватися компанією, у якої воно було придбано, або через злиття, або через припинення діяльності компанії. Таким чином, фермери можуть бути розчаровані швидкістю зміни технології, що може перешкодити прийняттю технології в цілому. Це не є незвичним для нових технологій, що розвиваються; однак це було широко визнано основним обмеженням у прийнятті дистанційного зондування та системи підтримки прийняття рішень.

Загалом, важко переконати фермерів використовувати систему підтримки прийняття рішень, оскільки було показано, що виробники часто мають різні очікування щодо інструментів прийняття рішень залежно від їх стилю ведення сільського господарства та практики, якої вони дотримуються. Визнається розбіжність між стилем прийняття рішень, необхідним для системи, і різними типами фермерів, оскільки іноді дані системи спрямовані на вирішення проблем, які є незначними або не є пріоритетними в реальних польових умовах, або не можуть вирішити найважливіші питання управління. Це є наслідком

глобальної тенденції, коли дослідники зосереджуються на одному параметрі, такому як певний вид бур'янів, у той час як фермери стикаються з проблемами щодо боротьби з бур'янами широкого спектру, включаючи взаємодію між різними культурами та видами бур'янів, а також комбінованою боротьбою з мікробами або членистоногими шкідниками.

З точки зору науки про бур'яни, необхідні дослідження в галузі біології та екології бур'янів, щоб скористатися новими запровадженими технологіями, такими як система підтримки прийняття рішень, для покращення боротьби з бур'янами в усьому світі. Багато цих систем також зазнали невдачі, тому що вони не забезпечують простий спосіб збору та зберігання екологічних або біологічних даних.

Довгострокова боротьба з бур'янами вимагає хороших знань про ріст бур'янів та взаємодію між культурами та бур'янами відповідно до екологічних та агрономічних компонентів. Перш ніж застосувати технологію системи підтримки прийняття рішень, слід оцінити взаємодію між кожною культурою та різними шкідливими видами бур'янів, оскільки деякі види бур'янів можуть бути більш шкідливими для певної культури, ніж інші [3].

Таким чином, встановлення пріоритетів у кожній системі підтримки прийняття рішень для кількох бур'янів має вирішальне значення для успіху кожної рекомендації та практичної користі таких систем підтримки. У зв'язку з тим, що популяції бур'янів неоднорідні за складом і розподілом, будь-яке застосування гербіциду, яке не усуває цю гетерогенність, є певною мірою неефективним. Крім того, слід враховувати додаткові аспекти, які фермери часто вважають важливими. Наприклад, слід брати до уваги такі аспекти, як розмноження бур'янів, вимоги до якості врожаю з мінімальною кількістю насіння бур'янів у партіях посіву, бур'янистий матеріал у техніці та системах зберігання, щоб уникнути оманливих прогнозів точних втрат урожаю системи підтримки прийняття рішення на наступне десятиліття.

Варто взяти до уваги, що програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішень та електронні розподільчі мережі також є дорогими для розробки та обслуговування. Побудова цієї системи часто вимагає величезних витрат часу та фінансових інвестицій, і коли ця відповідальність лягає на одну людину чи невелику групу, часто залишається мало енергії чи ресурсів для етапу доставки. Загальновідомо, що складні продукти, які поставляються без технічної підтримки або регулярних оновлень, можуть швидко зникнути з ринку. Отже, сильна та безперервна технічна підтримка клієнтів, фермерів та консультантів є досить необхідною. Крім того, бракує необхідних алгоритмів, які б могли визначити рівень контролю бур'янів, необхідний у кожній сільськогосподарській зоні. Сучасний статус досліджень щодо оцінки втрати врожаю та економічних порогів боротьби з бур'янами зафіксував відносну нестабільність таких підходів. Програми підтримки прийняття рішень вказують найвищі дози гербіцидів, необхідні для зареєстрованого спектру бур'янів. Отже, кількість видів бур'янів, які можна ефективно контролювати,

залишається обмеженою, тоді як у той же час можна досягти контролю над іншими видами [4,5].

Потреба в індивідуальних польових записах залишається сильною перешкодою для вдосконалення технології програми підтримки прийняття рішень, яка може бути розширена, оскільки очікується збільшення розмірів ферм протягом наступних років. Необхідна функціональність програми підтримки прийняття рішень вимагає точної оцінки бур'янів на полі як вихідних даних. Однак головними цілями розробників програми підтримки прийняття рішень не завжди є точні оцінки, тому що вони найбільше хочуть вищого рівня контролю бур'янів. Концепція економічних порогів також широко використовується в цій програмі для боротьби з бур'янами. Відповідно до цього підходу, бур'яни повинні бути ігноровані до певного рівня щільності, після якого боротьба з бур'янами повинна проводитися стандартною хімічною, механічною або альтернативною обробкою. Однак економічні пороги пов'язані з врожайністю, значення якої нелегко передбачити в реальних польових умовах під час розпилення гербіцидів. Якщо очікувана врожайність не оцінюється правильно, також будуть зроблені помилкові оцінки щодо економічного порогу для застосувань гербіцидів.

Методології програми підтримки прийняття рішень можуть бути корисним інструментом з точки зору інтегрованої боротьби з бур'янами; однак обмеження щодо їх потенціалу все ще існують. Для цієї програми потрібен запас відповідних даних. Сучасні комп'ютерні системи здатні зберігати значні обсяги даних, хоча захоплення даних може бути проблематичним. Оскільки програма підтримки прийняття рішень використовують уявні дані про домінуючі бур'яни, які спостерігаються на полі, щоб показати варіанти управління, ідентифікація бур'янів має сильний вплив на ефективність своєчасного застосування гербіцидів, як це в свою чергу забезпечується системами підтримки прийняття рішень. Проте ідентифікація видів злакових бур'янів у зернових або широколистих бур'янів у бобових чи овочевих культурах за допомогою уявних даних є надзвичайно складною справою, оскільки подібність між бур'янами та культурними рослинами велика, особливо на ранніх стадіях росту.

Існують також інші перешкоди в ідентифікації та картографуванні бур'янів шляхом збору уявних даних як наслідок спектрального відбиття або текстури між культурою та пологом бур'янів, а також труднощі зображення великих площ за короткий час. На посівах сої, якщо щільність бур'янів нижча за 10 рослин на квадратний метр, деякі бур'яни неможливо ідентифікувати за допомогою 1-мікстурних зображень. Виразні плями бур'янів з'являються на необроблених сільськогосподарських полях і на необроблених ділянках, але лише якщо бур'яни знаходяться на стадії сходів і мають достатню щільність. Труднощі в ідентифікації складу бур'янів також помітили інші вчені. Крім того, програма підтримки прийняття рішень теоретично обробляють усі доступні дані, такі як зображення поля на основі виявлених бур'янів, і таким чином підтримують необхідні варіанти боротьби з бур'янами. Однак час, необхідний



для отримання точного зображення та просторової роздільної здатності бур'янів, викликає занепокоєння, оскільки це може призвести до затримок у боротьбі з бур'янами в реальних польових умовах. Загалом, можна сказати, що необхідний ступінь просторової роздільної здатності залежить від завдання, яке цікавить. Датчики, встановлені в літаку, можуть забезпечувати просторову роздільну здатність шляхом зміни висоти польоту та забезпечувати зручність захоплення зображень на вимогу. Ця роздільна здатність може бути достатньою для виявлення бур'янів у деяких випадках (поля, виноградники та сади), але плями бур'янів повинні мати високу щільність, яку можна адекватно виявити. Як наслідок, аерофотознімки можуть запропонувати рішення щодо отримання зображень і проблем просторової роздільної здатності бур'янів; однак обмеження, такі як невелике покриття території або економічний тягар, все ще можуть існувати.

**Висновок.** Отже, впровадження програми підтримки прийняття рішень може призвести до зменшення використання гербіцидів. Однак розробка цієї програми повинна бути спрямована на довгострокову спрямованість на посилення боротьби з бур'янами за допомогою стратегій, що передбачають меншу залежність від використання гербіцидів. Це може дозволити фермерам застосовувати нехімічні методи боротьби з бур'янами проти шкідливих видів бур'янів, таких як *L. rigidum*, який сумно відомий своєю стійкістю до гербіцидів у різних культурах і країнах. Значне скорочення використання гербіцидів і заміна гербіцидів нехімічними методами боротьби є можливим і екологічно бажаним, але часто пов'язане з економічним тягарем для фермера та його загальною прибутковістю. Хоча програма підтримки прийняття рішень має потенціал для зменшення надходження гербіцидів протягом сезону, – бракує інформації про динаміку банку насіння бур'янів у ґрунті. Таким чином, вони не призвели до розробки довгострокових рішень щодо боротьби з бур'янами. Це серйозний виклик, особливо тому, що знання динаміки насінневого банку може сприяти впровадженню екологічно чистих практик боротьби з бур'янами, такими як помилкові або несвіжі посівні грядки. Можна довести, що оптимізація таких агротехнічних методів за допомогою використання програми підтримки прийняття рішень має велике значення, оскільки посівні ложа призвели до достатнього контролю бур'янів на основних орних культурах, таких як пшениця і ячмінь, хоча боротьба з бур'янами не здійснювалася за допомогою застосування гербіцидів.

### Список використаних джерел

1. Гуцол Г. В. Дослідження інтенсивності забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 13. С. 45-53.

2. Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів. Навчальний посібник Я.Г. Цицюра, М.І. Поліщук, Л.Ф. Броннікова. ТОВ «Друк плюс». 2020. 676 с.

3. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, Н. А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.

4. Разанов С. Ф., Разанова А. М., Овчарук В. В. *Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 14. С. 196-205.

5. Сидякіна О.В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 123-129.

**Вадим МАНІЛКО<sup>32</sup>,**  
студент 3-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБРИВ**

**Анотація.** В даній роботі описано причини зниження ефективності мінеральних добрив і також чинники, які мають зворотній ефект. Описано способи внесення речовин, що підвищують родючість. Розглянуто краще методи внесення вище згаданих речовин. Розібрано найефективніші способи внесення сполук азоту, фосфору, калію та сірки і звісно наведено інформацію по підвищенню родючості за застосування різних норм NPK під різні культури та різні умови їх вирощування.

**Ключові слова.** Мінеральні добрива, азот, фосфор, калій, сірка, вплив рН на мінеральні добрива, способи внесення, методи внесення, показники ефективності внесення добрив.

**Annotation.** This paper describes the reasons for the decrease in the effectiveness of mineral fertilizers and also the factors that have the opposite effect. Methods of introduction of substances that increase fertility are described. Better methods of introduction of the above-mentioned substances are considered. The most effective methods of applying nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur compounds are analyzed and, of course, information is given on increasing fertility when applying different NPK standards for different crops and different growing conditions.

**Keywords.** Mineral fertilizers, nitrogen, phosphorus, potassium, sulfur, the influence of pH on mineral fertilizers, methods of application, methods of application, indicators of effectiveness of fertilizer application.

**Вступ.** Добрива є основним засобом підвищення рівня родючості ґрунту та покращення показників урожайності сільськогосподарських культур. З

---

<sup>32</sup>Науковий керівник – доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Мацера Ольга Олегівна.

комплексу внесених добрив рослини вбирають елементи мінерального живлення, які необхідні для росту, розвитку та формування рослини. Засвоєння рослинами поживних елементів відбувається у формі іонів. Тому мінеральні добрива, які надходять у ґрунт, стають доступними для засвоєння рослинами лише після проходження процесу дисоціації на катіони та аніони. Проте, протікання цього процесу та перетворення елементів живлення у доступну для рослин форму залежить як від погодно-кліматичних і ґрунтових умов, так і від технологічних прийомів вирощування. Після врахування вище зазначених чинників при плануванні системи удобрення можна підвищити ефективність внесених добрив.

**Мета.** метою даної роботи є ознайомлення та вивчення способів внесення мінеральних добрив. Визначення найбільш оптимальних методів додання добрив до ґрунтововбирного комплексу та розглянути ефективність цих добрив під час використання їх під різні культури.

**Завдання.** набуття знань, для самостійного аналізу доцільності використання агротехнічного методу заробки того чи іншого типу добрив, фази на якій зараз відбувається вирощування культури та з аналізів вмісту у ґрунтовому комплексі вміти визначити потребу у тому чи іншому елементі живлення.

**Об'єкт досліджень.** мінеральні добрива та методи їх внесення.

**Виклад основного матеріалу.** Перед початком роботи з добривами слід врахувати низку факторів, які можуть знизити ефективність внесених сполук та збільшити собівартість продукції. Сюди можна віднести наступні чинники:

- відсутність вологи або перезволоження;
- змивання дощем;
- завчасне внесення;
- якщо рослини хворі або перебувають у стані стресу;
- висока кислотність ґрунту;
- засолення ґрунту;
- ущільнення ґрунту;
- наявність бур'янів (конкуренція за добрива);
- наявність рослинних решток на поверхні ґрунту (при поверхневому внесенні);
- внесення по мерзлоталому ґрунту;
- інші причини.

Під час внесення добрив присутній певний коефіцієнт нерівномірності їх розкидання, де вище згаданий показник нерідко досягає 60–80 %, що суттєво знижує їх ефективність: азотних – на 45–50 %, фосфорних – на 15–20, калійних і складних – на 36–40 %. Лише за використання якісних добрив та кваліфікованого налагодження механізмів, нерівномірність внесення для машин з відцентровими робочими органами становить приблизно 25 %, для машин

точного внесення – 15 %. Навіть застосування різних способів обробітку ґрунту не забезпечує виправлення допущеної нерівномірності внесення добрив і, як наслідок, забезпечення рослини елементами живлення.

**Таблиці 1**

**Популярні способи внесення добрив**

Спосіб внесення	Метод внесення
Стартове внесення одночасно з посівом - поряд із рядком	Невелику кількість рідких або гранульованих добрив вносять на 3-6 см нижче і/або на 5-8 см збоку від місця розміщення насіння ;
Стартове внесення одночасно з посівом – в рядок	Застосовують окремо або у поєднанні з попереднім методом. У переважній кількості випадків добрива вносять під час посіву невеликими дозами в один рядок разом із насінням - на насіння або навколо нього;
Внесення на поверхню ґрунту	Розкидання сухих гранул або розбрикування рідких добрив на поверхню ґрунту із загортанням у ґрунт або без нього. Локальне внесення - це внесення добрив смугою або півколом поряд із рослинами;
Поверхнєве підживлення	Внесення на поверхню ґрунту або розкидання добрив - коли сходи вже з'явилися. Зазвичай добрива розкидають по території всього поля за допомогою розкидача. При використанні рідких добрив використовують спеціальні трубки та розпилювачі;
Ґрунтове підживлення	Внесення у ґрунт, між рослинами або поряд ними. Цей метод зазвичай застосовується при внесенні азоту на кукурудзі, коли рослини вже досягли висоти 15-30 см. Деколи використовують і на пізніх стадіях розвитку кукурудзи за допомогою самохідних обприскувачів і аплікаторів. Часто застосовують і на інших культурах - пшениці, соняшнику, цукровому буряку тощо;
Листкове підживлення- обприскування рослин у період вегетації	При внесенні рідких добрив безпосередньо на листя елементи живлення перебувають у дуже доступній формі й швидко засвоюються рослиною. Можна готувати бакові суміші з фунгіцидами та інсектицидами (але необхідно точно дотримуватися інструкцій, щодо кожного препарату та добрива, який входить до бакової суміші);
Фертигація - внесення з поливною водою через поверхнєву краплинну стрічку DI	Добрива подаються через розташовану на поверхні ґрунту краплинну трубку;
Фертигація – внесення з поливною водою через підземну краплинну стрічку SDI та гідропоніка	Добрива подають через підземну краплинну трубку до зони розташування кореневої системи. Це найефективніший метод внесення добрив;

Розглядаючи краще вплив кислотності на ефективність засвоєння мінеральних добрив можна зазначити, поглинання рослинами азоту, фосфору і калію, інших макро- та мікроелементів відбувається найінтенсивніше за нейтрального значення рН. За зміни показника кислотності в сторону підкислення пригнічується діяльність корневих волосків, рослини не здатні засвоювати елементи живлення, тож ефективність добрив знижується на 35-40 %. За величини рН 4,5 азот засвоюється на 30 %, фосфор – на 23 %, калій – на 33 %, тоді як за рН в межах 6,7-7,0 усі три елементи поглинаються на 90-100 %. А до чинників, які мають позитивний вплив на ефективність належать волога, пухкий ґрунт та відсутність бур'янів.

Кожен тип мінерального добрива має рекомендації, щодо способу внесення, так наприклад:

Азотні добрива - розчинні і легко переміщуються з ґрунтовою вологою. Варіанти внесення азотних добрив:

- внесення врозкид
- внесення в ряд
- стрічкове внесення
- фоліарн внесення.

Фосфорні добрива. Добрива фосфору є не такими рухливими у ґрунті, ніж азотні добрива. Внесення фосфатів під час посівної кампанії в кореневу систему однорічних культур є ефективним. Внесення врозкид буде не таким ефективним, як внесення при сівбі.

Калійні добрива. Калій є більш доступний для рослин у ґрунті, ніж фосфор, але для однорічних культур, добрива із сполуками калію більш ефективні при внесенні в ряд під час посіву.

Добрива сірки. Сірка у вигляді сульфату досить легко стає доступною у вологому ґрунті. Тому добрива сірки можна вносити як у розкид, так і у стрічковий спосіб.

Якщо розглядати ефективність і доцільність внесення добрив у цифрах на різні культури то складеться наступна картина. За даними, які склалися під час багаторічних досліджень Кіровоградської дослідної станції, локальне внесення добрив у дозі N90P60K45 культиватором КРН-4,2 забезпечило збільшення урожайності зерна кукурудзи 8,7 ц/га, що на 2,6 ц більше, ніж під час внесення такої ж кількості врозкид під оранку і на 5,0 ц більше, ніж під весняну культивуацію врозкид. За даними цих досліджень, на чорноземах звичайних по чистому пару за середньої забезпеченості ґрунту елементами мінерального живлення основне внесення добрив Р60К40 забезпечує приріст до 5,4 ц/га зерна озимої пшениці. Після зернобобових під основний обробіток ґрунту буде доцільним вносити N30P60K40, а після непарових попередників N60P60K40, це забезпечує посилення росту продуктивності озимої пшениці, залежно від потужності чорнозему, на 4,4–9,8 ц/га. У разі збільшення дози азоту на чорноземах звичайних глибоких до 90 кг/га її врожайність зростає на 12,0 ц/га. Що стосується підживлень, то озима пшениця показує однакову реакцію як на осінній, так і на весняний строки проведення. Прирости від внесення N30

становлять 4,2–5,0 ц/га зерна. Під час застосування у підживлення повного мінерального добрива в дозі N30P30K30 врожайність озимини зростає на 6,5–6,7 ц/га. Під кукурудзу на зерно внесення N60P60K60 на середньо забезпеченому елементами живлення ґрунті сприяє підвищенню урожайності на 11,1 ц/га. Під ячмінь на такому ж ґрунті доцільно вносити мінеральні добрива в дозі N40P40K40, що симулює формування додатково до 6,2 ц/га зерна. За відсутності достатньої кількості добрив внесення 30 кг/га азоту під культивування перед сівбою може забезпечити приріст урожаю до 4,0 ц/га. За вирощування цукрових буряків внесення на чорноземах звичайних глибоких N120P120K120, а на неглибоких — N90P90K90 сприяє формуванню додаткової урожайності коренів, відповідно, 93 та 64 ц/га. За слабкокислої реакції ґрунту необхідно вносити вапнякові добрива. Соняшник — в цілому не дуже вибаглива культура до родючості ґрунту, проте добре реагує на внесення добрив. В умовах Кіровоградщини на чорноземах звичайних застосування N60P60K60 підвищує його урожайність на 4,3 ц/га. Стосовно решти культур, то в умовах степової зони вони повинні використовувати післядію туків, внесених під попередники, з обов'язковим застосуванням рядкового удобрення фосфором у дозі 10–15 кг/га.

**Результати досліджень.** Кожен спосіб внесення мінеральних добрив має свої рекомендації та кожне добриво має свої особливості до внесення. В ході роботи було визначено ефективність внесення мінеральних добрив під різні культури. N90P60K45 збільшує урожайність зерна кукурудзи 8,7 ц/га, що на 2,6 ц більше, ніж під час внесення такої ж кількості врозкид під оранку і на 5,0 ц більше, ніж під весняну культивування врозкид. P60K40 забезпечує приріст до 5,4 ц/га зерна озимої пшениці. N60P60K40 забезпечує підвищення продуктивності озимої пшениці, на 4,4–9,8 ц/га. Прирости від підживлення N30 становлять 4,2–5,0 ц/га зерна. Під час підживлення мінеральним добривом в повній дозі N30P30K30 врожайність озимини зростає на 6,5–6,7 ц/га. Під кукурудзу на зерно внесення N60P60K60 сприяє підвищенню урожайності на 11,1 ц/га. Під ячмінь доцільно вносити мінеральні добрива в дозі N40P40K40 підвищує урожайність до 6,2 ц/га зерна. За вирощування цукрових буряків внесення звичайних глибоких - N120P120K120, а на неглибоких - N90P90K90 забезпечує відповідно, 93 та 64 ц/га.

**Висновки.** В нашому сьогоденні аграрії намагаються застосовувати різні методи підвищення коефіцієнта засвоєння макро- та мікроелементів, що значно може підвищувати кількість в жнивний період продукції та зменшити собівартість. Рентабельність є чи не головним показником, що цікавить аграрія. Тож в ході даної роботи було проаналізовано різні методи внесення добрив, визначено рекомендації щодо агротехнічних прийомів під час використання того чи іншого добрива та як вони впливають на урожайність.

### Список використаних джерел

1. Як підвищити ефективність застосування мінеральних добрив. Вега Н. І., к. с.-г. н кафедра агрохімії та ґрунтознавства Львівського НУП.

<https://agroelita.info/yak-pidvyshchyty-efektyvnist-zastosuvannia-mineralnykh-dobryv/> (дата звернення: 10.09.2023)

2. Ефективність різних добрив та особливості їх застосування. Олексій Орлов, канд. с.-г. наук Оpubліковано в журналі “Агроном”, 2022. <https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-riznyh-dobryv-ta-osoblyvosti-yih-zastosuvannya/> (дата звернення 10.09.2023)

3. Способи внесення мінеральних добрив. [https://pidru4niki.com/76221/agropromislovist/sposobi\\_vnesennya\\_mineralnih\\_dobryv](https://pidru4niki.com/76221/agropromislovist/sposobi_vnesennya_mineralnih_dobryv) (дата звернення 10.09.2023)

4. Застосовуємо добрива відповідно до потреб. Олег ГАЙДЕНКО, канд. техн. наук, ст. наук. співр., Кіровоградська ДСГДС НААНУ. <https://agro-business.com.ua/ahraryni-kultury/item/12121-zastosovuiemo-dobryva-vidpovidno-do-potreb.html> (дата звернення 10.09.2023)

5. Рекомендації по внесенню добрив. <https://agrotest.com/article/rekomendatsiyi-po-vnesennyu-dobryv/> (дата звернення 10.09.2023)

6. Рекультивация та фітомеліорація / В.П.Кучерявий, Я.В.Геник, А.П.Дида, М.М.Колодко.-Л.: Вид-во "ГАФСА", 2006. - 116 с.

7. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В.П.Патика, В.М.Макаренко, Л.І.Моклячук, Л.П.Середа та ін. – К.: Основа, 2005. - 300 с.

8. Іщенко Т.Д., Копитко П.Г., Грицаєнко З.М., Господаренко Г.М., Єщенко В.О. Біолого-екологічні основи формування продуктивності сільськогосподарських культур при застосуванні хімічних і біологічних препаратів // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування. / Зб. наук. праць Уманського держ. аграр. університету. – Умань, 2008.- С. 21-44.

**Володимир ТРАЧУК<sup>33</sup>,**

Студента 3-го курсу,

Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

## **ЗАСВОЄННЯ КУЛЬТУРНИМИ РОСЛИНАМИ КАЛЬЦІЮ, ВПЛИВ НА ЇХ РІСТ І РОЗВИТОК**

*Анотація.* Як важливий елемент для рослин, кальцій бере участь у фотосинтезі та засвоєнні поживних речовин, а також впливає на ріст рослин. Кальцій загалом є третім макроелементом, який найбільше засвоюється сільськогосподарськими культурами, він обмежений для окремих культур і

---

<sup>33</sup>Науковий керівник: доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ Ольга Мацера.

важливий для забезпечення високої врожайності з якістю та низьким рівнем захворюваності. Додавання кальцію сприяє зменшенню негативного впливу засолення на ріст рослин і врожайність плодів.

**Annotation.** *As an important element for plants, calcium is involved in photosynthesis and assimilation of nutrients, and also affects plant growth. Calcium is generally the third macronutrient most absorbed by crops, is limited to certain crops, and is important to ensure high yields with quality and low disease. Adding calcium helps reduce the negative impact of salinity on plant growth and fruit yield.*

**Вступ.** Кальцій є важливою поживною речовиною для рослин. Як двовалентний катіон ( $\text{Ca}^{2+}$ ), він необхідний для виконання структурних ролей у клітинній стінці та мембранах, як протикатіон для неорганічних та органічних аніонів у вакуолі та як внутрішньоклітинний месенджер у цитозолі. Дефіцит кальцію рідко зустрічається в природі, але надмірний кальцій обмежує рослинні угруповання на вапняних ґрунтах. Кальцій поглинається корінням із ґрунтового розчину і доставляється до пагона через ксилему. Він може проходити через корінь або через цитоплазму клітин, з'єднаних плазмодесмами (симпласт), або через простір між клітинами (апопласт). Відносний внесок апопластичних і симпластичних шляхів у доставку кальцію до ксилеми невідомий. Однак рух кальцію через ці шляхи має бути точно збалансованим для того, щоб дозволити клітинам кореня подавати сигнали за допомогою цитозольної концентрації  $\text{Ca}^{2+}$  ( $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cyt}}$ ), контролювати швидкість доставки кальцію до ксилеми та запобігати накопиченню токсичних катіонів у пагоні.

**Мета статті** – полягає у вивченні процесу засвоєння культурними рослинами кальцію, вплив на їх ріст і розвиток.

**Виклад матеріалу.** Кальцій є важливою поживною речовиною для рослин. Після поглинання корінням він транспортується через ксилему, слідуючи потоку транспірації, і в основному розподіляється тим самим шляхом до всіх органів рослини. Ця поживна речовина бере участь у багатьох функціях рослини, діє як месенджер і забезпечує структурну стабільність клітинної стінки та мембрани.

З точки зору потреби вищих рослин кальцій класифікується як вторинна поживна речовина. Однак він бере участь у численних біохімічних і морфологічних процесах.

Кальцій причетний до більш, ніж тридцяти економічно важливих фізіологічних розладів сільськогосподарських культур в основному через неправильний розподіл елемента в тканинах органів. У помідорах, наприклад, локальний дефіцит кальцію викликає верхівкову гниль і сприяє розтріскуванню плодів, тоді як надлишок викликає утворення золотисті плями. Кальцій відіграє важливу роль у стійкості рослин до хвороб, засновану на захисті клітинної стінки від ферментів, що розкладаються, що виділяються патогенами.

У культурних рослин симптоми дефіциту кальцію спостерігаються рідко. Однак щороку відбуваються значні втрати через фізіологічні розлади в



результаті недостатньої концентрації цієї поживної речовини в листках, плодах, коренях або бульбах.

Останніми роками кальцію приділяється значна увага не лише через його зв'язок із фізіологічними розладами, а й через його корисний вплив, зокрема на фрукти, у яких він може зменшувати дихання, затримувати дозрівання, продовжувати термін служби після збору врожаю, а також покращувати твердість і вміст вітаміну С. Кілька експериментів показують, що збільшення вмісту кальцію в клітинних стінках рослинних тканин зменшує наявність або серйозність захворювань [1].

Як відомо,  $\text{Ca}^{2+}$  транспортується апопластично в ксилему. Транспортування кальцію в ксилемі відбувається за рахунок масового потоку вільного  $\text{Ca}^{2+}$ , деяких органічних комплексів кальцію, а також за рахунок хроматографічного руху вздовж сайтів обміну Са в стінках ксилеми. Конкуренція між місцями попиту посилюється, коли концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  у ксилемі низька, а транспірація висока, що може призвести до дефіциту поживних речовин.

Концентрація кальцію в рослинах коливається від 0,2 до 3,0 % від сухої маси листової тканини, при значеннях достатності від 0,3 % до 1,0 % у листках більшості культур. Найбільша концентрація виявляється в старих листках. Було припущено, що загальна концентрація кальцію не є надійним значенням щодо достатності, оскільки він накопичується в деяких рослинах у вигляді кристалів оксалату кальцію. Тому екстрагований кальцій може бути кращим показником достатності.

Слід зазначити, що кальцій діє як другий месенджер у регуляції широкого спектру фізіологічних і анатомічних процесів. Регуляція клітинного кальцію є важливою функцією, яка виконується набором складних процесів, які разом називають гомеостазом кальцію.

Не секретом є те, що кальцій функціонує переважно як структурний компонент клітинних стінок і підтримує цілісність плазматичної мембрани. Дефіцит цієї поживної речовини збільшує проникність мембрани, розчинення середньої пластинки та пов'язані з цим зміни клітинної стінки. Велика частина кальцію, що надходить в рослину, накопичується в клітинних стінках і мембранах. У клітинній стінці накопиченню сприяє зв'язування з полімерами пектину, особливо середньої пластинки, з утворенням мережі клітинної стінки, що підвищує механічну міцність.

Варто врахувати, що кальцій є структурним елементом в архітектурі мембрани: електростатичні містки, утворені кальцій та компонентами ліпідного шару мембрани, забезпечують закріплення та стаціонарність інтегральних білків. Стабільність мембрани, мікрів'язкість і стан ліпідної фази можна контролювати кальцій. Важливо зазначити, що кальцій зберігає цілісність мембрани двома способами: по-перше, затримуючи зміни в ліпідах мембрани внаслідок старіння; а з іншого – через посилення процесів реструктуризації [2].

Хоча інші катіони можуть замінити кальцій в місцях зв'язування, вони не здатні замінити його функцію у стабілізації мембрани. Відсутність кальцію в

мембрані призводить до того, що вона стає пористою, і розчинені речовини втрачаються з цитоплазми. При дефіциті кальцію відбувається розпад структури мембрани. Порушення відбуваються в першу чергу в меристематичних тканинах, таких як верхівка кореня, точки росту верхніх частин рослин і запасні органи.

Дефіцит кальцію модифікує селективну дію катіонів, індукує ультраструктурні зміни та змінює процес, пов'язаний зі злиттям плазматичної мембрани, а також викликає поділ фосфоліпідної фази в штучних мембранах.

Кальцій є відносно нетоксичним катіоном у великих кількостях, і рослини можуть адаптуватися до широкого діапазону постачання. Токсичність з'являється повільно і зазвичай може бути пов'язана з непрямим ефектом за участю інших іонів. Серед ефектів, які можуть виникнути у рослин під впливом високих концентрацій кальцію, є: зупинка росту через запобігання розтягуванню клітинної стінки, жорсткість клітинної мембрани та збільшення нерозчинних відкладень у стінках і вакуолях. Висока концентрація  $\text{Ca}^{2+}$ , що перевищує фізіологічну толерантність, знижує фотосинтез і порушує потоки  $\text{K}^{+}$ .

На відміну від інших макроелементів, велика частка загального кальцію в рослинних тканинах часто локалізується в клітинних стінках через велику кількість місць зв'язування, виявлених у клітинних стінках, а також знижений транспорт кальцію до цитоплазми. У середній пластинці він зв'язаний з карбоксильними групами полігалактуронових кислот (пектинів) у відносно взаємозамінній формі. У дводольних рослинах, які мають високу ємність катіонного обміну, більше 50% загального кальцію зв'язано з пектатами.

Проблеми, пов'язані з дефіцитом  $\text{Ca}$  в рослинах, характеризуються двома напрямками:

1. ті, що пов'язані з нездатністю поглинати кальцій з розчину через низьку абсолютну концентрацію або через низькі співвідношення  $\text{Ca}$ /інші катіони;
2. ті, що пов'язані з неадекватним розподілом кальцію в тканинах активного росту після поглинання [3].

Рух кальцію вгору в ксилемі та кінцевий розподіл значною мірою залежать від масового потоку, пов'язаного з транспірацією. Транспортування кальцію через ксилему контролюється щільністю негативних зарядів у судинах, концентрацією інших катіонів у цій тканині та здатністю сусідніх клітин видаляти кальцій з сайтів обміну.

Розлади, пов'язані з дефіцитом кальцію, включають різноманітну симптоматику. Верхівкова гниль починається на полюсі, протилежному плодоніжці, з утворенням дрібних і численних некрозів, які закінчуються утворенням майже круглої вдавненої плями з чітко вираженими краями, яка може покривати половину плоду. Верхівкова гниль, яка корелює з колапсом середніх пластинок клітин м'якоті, пов'язана з низькою концентрацією кальцію в дистальній тканині та швидким ростом плодів. Симптоми плодів розтріскування складається з тріщин, що виходять із вставки з чашечкою,

з'являються майже завжди в стиглих плодах, а іноді й під час дозрівання. Зазвичай це викликано дефіцитом води з високою температурою навколишнього середовища, що супроводжується швидкою зміною вологості, що надходить до рослин. Однак це явище може посилюватися через зниження жорсткості клітинної стінки через низьку концентрацію кальцію.

Інфекційна здатність мікроорганізмів, що розвиваються в клітинах рослин, визначається здатністю гідролізувати клітинні стінки. Без цієї умови проникнення інфекційного агента в набір клітин, уражених раною, не супроводжувалося б прогресуванням інфекції до сусідніх клітин; з цієї причини дуже важливим аспектом у патогенезі хвороб рослин є хімічний механізм проникнення збудника та колонізації його тканин.

Патогени виділяють ферменти, які викликають розм'якшення клітинних стінок. Роль цих ферментів у патологічних процесах має безперечне значення, особливо у молодих рослин, оскільки первинна стінка рослин багата пектинами, тоді як вторинна стінка, характерна для зрілих тканин, більш багата целюлозою та геміцелюлозою.

Декілька експериментів показують, що за рахунок збільшення кальцію в клітинних стінках рослинних тканин можна зменшити наявність або тяжкість захворювань [4].

У дослідженні, в якому оцінювалася роль кальцію в захисті тканин плодів гарбуза від інфекції *Botrytis cinerea*, було встановлено, що застосування кальцію до плодів збільшує концентрацію цього елемента в клітинних стінках і, таким чином, знижує засвоєння пектинів. пектинолітичні ферменти гриба.

Підвищення концентрації кальцію в картоплі значно покращило якість і час зберігання за рахунок зменшення шкоди, спричиненої *Erwinia carotovora*. У тканинах плодів з високою концентрацією кальцію зміни складу клітинної стінки, як правило, були меншими через інфекцію порівняно з тими, що спостерігалися у плодах з низьким вмістом кальцію. Результати цього дослідження показали, що вплив кальцію на зменшення розпаду пов'язаний зі стабільністю структури клітинної стінки.

Рослини, що ростуть з достатньою кількістю кальцію в природних середовищах існування, мають концентрацію кальцію в пагонах від 0,1 до 5 % д. вага. Ці значення відображають як наявність кальцію в навколишньому середовищі, так і контрастні потреби різних видів рослин у кальції. Дефіцит кальцію рідко зустрічається в природі, але може виникнути на ґрунтах з низьким рівнем насиченості основами та/або високим рівнем кислотного осадження. Навпаки, у садівництві виникає кілька важких захворювань, пов'язаних із дефіцитом кальцію. Зазвичай вони виникають, коли достатня кількість кальцію миттєво недоступна для тканин, що розвиваються. Симптоми дефіциту спостерігаються:

а ) у молодих листках, що розростаються, наприклад, у «опіку» листових овочів;

б ) у закритих тканинах, таких як «коричневе серце» листових овочів або «чорне серце» селери;

в) у тканинах, що живляться переважно флоемою, а не ксилемою, наприклад, у «кінцевій гнилі цвітіння» кавуна, перцю та плодів помідорів, «гіркій кісточці» яблук [5]. Вони виникають тому, що кальцій не може бути мобілізований зі старих тканин і перерозподілений через флоему. Відповідно це змушує тканини, що розвиваються, покладатися на негайне надходження кальцію в ксилему, яке залежить від транспірації. Транспірація низька в молодому листі, в закритих тканинах і в плодах. Інші фізіологічні розлади, такі як «розтріскування» плодів помідорів, вишні та яблук, виникають у тканинах, де не вистачає достатньої кількості кальцію, після гіпоосмотичного шоку (після підвищеної вологості або опадів), ймовірно, в результаті структурних недоліків клітинних стінок. Якщо в розчині ризосфери присутній надлишок кальцію, рослини можуть постраждати від токсичності кальцію.

У культивованих томатах одним із симптомів надлишку кальцію є поява крихтих жовтуватих плям або «золотих плям» на стінках клітин навколо чашечки та плечей плоду. Ці плями являють собою кристали оксалату кальцію, і їхня кількість збільшується завдяки високій вологості та високому внесенню кальцію.

Кальцій засвоюється з ґрунтового розчину кореневою системою і переміщується до пагона через ксилему. Потік кальцію до ксилеми високий і становить  $40 \text{ нмоль Ca h}^{-1} \text{ г}^{-1}$  – корінь є необґрунтованим для активно зростаючої рослини. Доставка кальцію до ксилеми обмежена крайнім кінчиком кореня та областями, в яких починаються бічні корені. У цих регіонах суміжна каспарівська смуга між ентодермальними клітинами відсутня або порушена, і/або ентодермальні клітини, що оточують стелу, є несуберизованими. Каспарова смуга обмежує апопластичний рух розчинених речовин, а суберизація запобігає надходженню  $\text{Ca}^{2+}$  до ентодермальних клітин. Варто зазначити, що ці спостереження свідчать про те, що кальцій може досягати ксилеми виключно через апопласт у регіонах, де Каспарієва смуга відсутня або порушена, або обходити Каспаріану смугу, потрапляючи в цитоплазму несуберизованих ентодермальних клітин, коли Каспарієва смуга присутня. Вони називаються апопластичним і симпластичним шляхами відповідно [2].

Слід наголосити на тому вагомому чиннику, що макро- та мікроелементи є незамінними елементами, які виконують певні функції для життя рослин. Серед макроелементів кальцій поглинається як двовалентний іон ( $\text{Ca}^{++}$ ) і має вирішальне значення для розвитку коренів, оскільки він необхідний для переміщення та зберігання вуглеводів і білків. Оскільки він нерухомий всередині рослини, поширеним симптомом є міжжилковий хлороз у молодших листках. Також можуть спостерігатися інші симптоми, такі як опадання квіток і зниження росту коренів. Кальцій є одним з найважливіших поживних елементів у рослинах, відіграючи вирішальну роль у підтримці стабільності клітинних стінок і мембран, а також у розвитку клітин. Давно відомо, що кальцій є важливим елементом для рослин, і що види рослин відрізняються як кількістю кальцію, яку вони потребують, так і їх толерантністю до кальцію в ризосфері. Ці відмінності між видами рослин не тільки впливають на природну флору

вапняних ґрунтів, але також мають наслідки для селекційних культур для покращення доставки кальцію в раціон людини. Останні дослідження в цій галузі були зосереджені на з'ясуванні фізіології та біохімії, що лежать в основі контрастних фізіотипів кальцію, а також на розробці філогенетичної основи для опису варіацій.

Клітини є найменшим функціонуючим компонентом усіх живих організмів. Вони відіграють важливу роль у розвитку всіх численних тканин і органів, які фактично роблять можливим життя. Розвиток усіх цих різноманітних апаратів безпосередньо пов'язаний із здоров'ям і якістю задіяних клітин. Кожна структура рослини, всередині та зовні, є результатом спільної роботи багатьох крихітних клітин. Для того, щоб рослина розвивалася належним чином, клітини повинні мати можливість рости та розмножуватися здоровим способом. Для того, щоб це відбувалося якнайбільше, кожна окрема клітина потребуватиме надійного джерела кальцію, щоб допомогти їй рости та розмножуватися [4].

Кальцій вважався необхідним елементом для росту та розвитку рослин більше ста років тому, і його важливість була документально підтверджена. Кальцій відіграє важливу роль у розвитку зростаючих клітин рослин, особливо у формуванні та стабільності клітинних стінок. Клітинна стінка, яка є міцною та зміцненою, буде рости більш рівномірно та буде більш несприйнятливою до нападів шкідників і хвороб. Це важливо для багатьох аспектів життя рослин. Кальцій надзвичайно важливий для росту всіх частин рослини, і якщо трапляється його дефіцит, він часто виявляється в найновішому, наймолодшому рості. Достатнє надходження кальцію в поєднанні з іншими основними поживними елементами призведе до більш рівномірного розвитку пагонів, листя та квітів, а також до вищого стандарту якості плодів. У ґрунті або середовищі для вирощування кальцій переміщується разом з водою, і на його поглинання корінням рослин безпосередньо впливає швидкість транспірації рослини та рівень вологи в ґрунті. Певні умови навколишнього середовища, включаючи високу вологість і холодну погоду, уповільнюють або навіть зупиняють випаровування водяної пари з продихів рослини, що спричиняє те, що називається низькою швидкістю транспірації. У рослин низька швидкість транспірації означає, що коріння не зможуть поглинати воду з нормальною потужністю. Оскільки кальцій потрапляє в рослину через потік води до коріння, низький або перерваний потік може призвести до недостатнього рівня кальцію, що може призвести до потенційної нестачі. Щоб максимізувати наявність і доступність кальцію, важливо, щоб виробник постійно підтримував належний рівень вологості ґрунту (ніколи не був занадто вологим або занадто сухим). Це забезпечить постійний приплив кальцію до всіх зростаючих частин рослини [5].

Як тільки кальцій потрапляє в рослину, він подорожує разом з водою, головним чином через ксилему. Прибувши на призначену частину заводу, він більш-менш залишиться там і буде виконувати свою роботу. На відміну від інших елементарних поживних речовин, таких як азот (N), кальцій не дуже рухливий, коли він потрапляє в рослину. Це означає, що рослина не може взяти

кальцій із структури в одному місці та перемістити його в інше, де він може знадобитися. Ось чому постійне постачання доступного кальцію до коренів так важливо, особливо в періоди інтенсивного росту. Без цього постійного постачання розвиток нового росту (включаючи пагони, квіти та плоди) буде значно утруднений і призведе до багатьох небажаних проблем, таких як серйозна затримка та ненормальний ріст.

**Висновок.** Вивчення кальцію з точки зору фізіології рослин має фундаментальне значення для більш точного розуміння ролі, яку він відіграє в розвитку та виробництві сільськогосподарських культур, що дозволяє розробити методології, за допомогою яких отримані знання можуть бути застосовані для покращення реакції рослин і мати вплив на підвищення врожайності та якості врожаю. Абсолютна концентрація кальцію та його співвідношення з іншими іонами в живильному розчині є фундаментальними для зменшення фізіологічних розладів, викликаних поганим розподілом цього елемента в органах рослин. Кальцій підвищує стійкість рослин до хвороб, ґрунтуючись на захисті клітинної стінки від дії дезінтегруючих ферментів, що виділяються патогенами.

Кальцій відіграє життєво важливу роль у регулюванні ряду фізіологічних процесів у рослинах на тканинному, клітинному та молекулярному рівнях, які впливають як на ріст, так і на реакцію на стреси навколишнього середовища. Як правило, генотипи рослин, які переносять низький температурний стрес, здатні підтримувати високий водний потенціал листя, закриваючи свої продохи та запобігаючи транспіраційній втраті води (Wilkinson et al., 2001). Було показано, що кальцій є важливою вимогою для індукованого охолодженням закриття продохів у генотипів, стійких до охолодження. Збільшення надходження  $Ca^{2+}$  викликає закриття продохів, і цей ефект найбільш виражений у рослин, вирощених при низьких температурах. Також вважається, що індуковане АБК закриття продохів частково опосередковується  $Ca^{2+}$  вивільняється з внутрішніх запасів захисної клітини або апопласту, і ця функція, здається, робить  $Ca^{2+}$  основним фактором, що сприяє стійкості до охолодження та захисту листя від зневоднення.

Вважається, що кальцій відіграє роль у опосередкуванні реакції на стрес під час холодової травми, відновлення після травми та звикання до холодового стресу. Було припущено, що кальцій необхідний для відновлення після низькотемпературного стресу шляхом активації ферменту плазматичної мембрани АТФази, який необхідний для відкачування поживних речовин, які були втрачені внаслідок пошкодження клітин. Оскільки зневоднення є спільним знаменником,  $Ca^{2+}$  також відіграє певну роль у стійкості до морозу. Кальцій відіграє дуже важливу роль у підтримці структури клітин. Він активує фермент АТФ-ази плазматичної мембрани, який відкачує поживні речовини, втрачені під час пошкодження клітинної мембрани через дефіцит кальцію, і відновлює рослину після холодової травми.

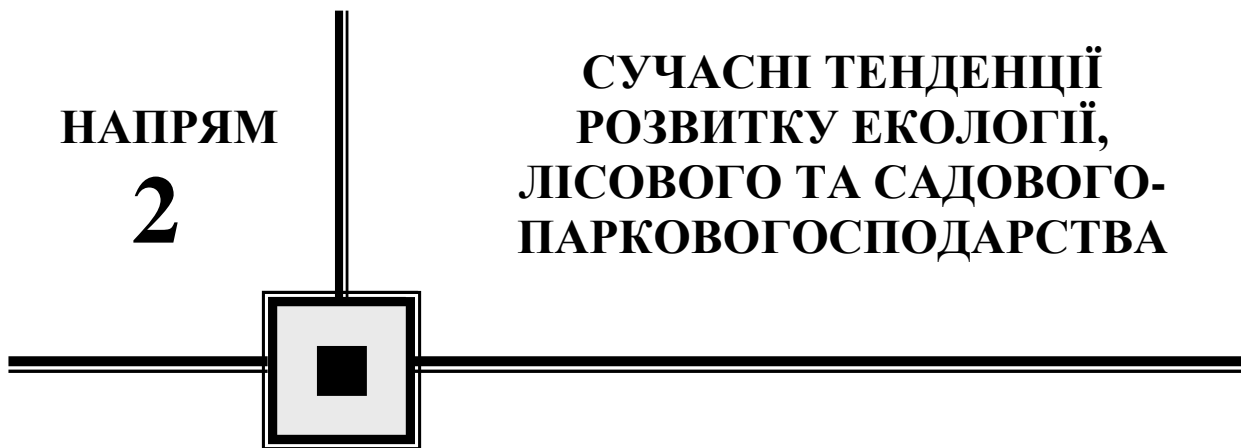
### Список використаних джерел

1. Інноваційні технології в агровиробництві та природокористуванні: проблеми та перспективи : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. 17 червня 2021 р. Шубків, 2021. 118 с.
2. Мінеральні добрива: класифікація, властивості, застосування (Навчально-методичний посібник) : [текст] Хацевич О.М., Джус Р.Р. Факультет природничих наук; Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Івано-Франківськ, 2018. 80 с.
3. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, Н. А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
4. Основи агрономічної хімії: навчальний посібник С.Г. Чорний. Миколаїв: МНАУ, 2020. 284 с.
5. Сучасні системи удобрення в землеробстві України: науково-методичні та науково-практичні рекомендації Е.Г. Дегодюк, М.М. Проненко, Ю.О. Ігнатенко, Н.М. Пипчук, А.О. Мулярчук за редакцією доктора с.-г. наук С.Е. Дегодюка. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020 . 84 с.

НАПРЯМ

2

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВОГО- ПАРКОВОГО СПОДАРСТВА



**Максим ЩЕКАЛЬОВ<sup>1</sup>,**

студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університету  
Вінниця, Україна

### ЕКОЛОГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ У ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ

**Анотація.** У статті окреслені основні екологічні проблеми, які значно загострилися через агресію країни-терориста та запропоновані пріоритетні напрямки у післявоєнному відновленні України. Розробка планів має відбуватися саме зараз, оскільки це дуже довготривалий процес, який потребує глибокого дослідження, обговорення можливих сценаріїв, їх затвердження та пошук фінансування. Крім того, є проблеми, які можна попередити або зменшити їх негативний вплив, якщо діяти негайно.

**Annotation.** The article outlines the main environmental problems, which have significantly worsened due to the aggression of the terrorist country, and proposed priority directions in the post-war reconstruction of Ukraine. The development of plans should take place right now, as this is a very long-term process that requires in-depth research, discussion of possible scenarios, their approval and the search for funding. There are problems that should be prevented or their negative impact reduced if acted upon immediately.

**Постановка проблеми.** Екологічні проблеми України, як ніколи актуалізуються через війну росії проти нашої незалежності. Близько 20% українських територій знаходиться під окупацією. Офіс президента повідомив, що станом на кінець 2022 року протяжність фронту становила 3750 кілометрів [1]. Що це означає? Тотальне забруднення ґрунту, води та

---

<sup>1</sup>Науковий керівник – Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

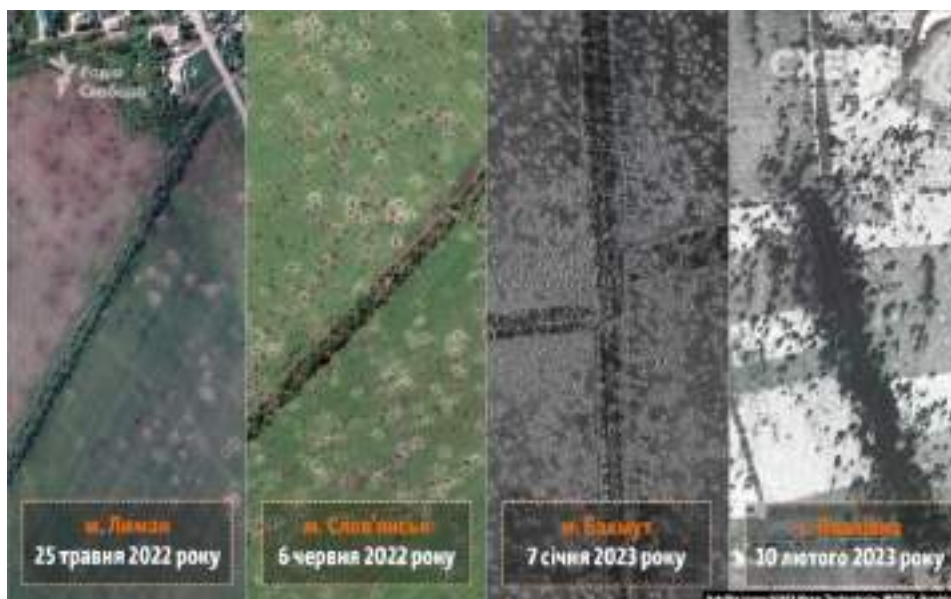


повітря, зруйновані міста та села, лісові пожежі та затоплення, що знищують унікальні екосистеми, і вресіті-решт пожежі на промислових об'єктах. Війна – це криза, яка вимагає рішучості, ефективності та негайної реакції для усунення, як наслідків бойових дій, так і неправильної експлуатації природних ресурсів за попередні роки.

**Виклад основного матеріалу.** Більшість екологічних проблем в Україні виникає через нераціональне використання ресурсів, тобто керівний апарат не вміє або не має бажання ефективно працювати. Ще до початку війни (до 2014 року) Україна мала низку проблем, з якими потрібно було негайно працювати, проте зараз ситуація набуває катастрофічних масштабів. Державна екологічна інспекція повідомляє, що станом на січень 2023 року завдано збитків для екології України вже майже як на 2 трильйони гривень!

На жаль, це лише приблизні розрахунки, оскільки на тимчасово окупованих територіях оцінити шкоду можна лише за допомогою супутникових знімків, а кінцеве значення буде відомо тільки після деокупації цих територій та відповідних досліджень. Андрій Вагін – заступник начальника Державної екологічної інспекції столичного округу, повідомив у інтерв'ю Радіо Свобода, що за належного фінансування повна оцінка шкоди довіллю буде тривати до 10 років [2]! Наразі, найбільші за своїм негативним впливом для екології України є наслідки війни, які вражають своєю масштабністю. Розглянемо їх детальніше.

**Пожежі на об'єктах промисловості та нафтобазах.** Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів повідомляло у травні 2023 року, що окупанти зруйнували або пошкодили 35 нафтобаз від початку повномасштабного вторгнення! Наслідки від таких ударів Державна екологічна інспекція називає одними з найнебезпечніших для довкілля. Адже розлита нафта проникає в ґрунт, а згодом і до підземних вод, а від цього майже все живе у землі гине. Навіть загибель дощових хробаків, призведе до різкого скорочення гумусу (органічної частини ґрунту), який відповідає за родючість.



**Рис. 1. Фото обстріляних та замінованих ділянок**

Вирви, що утворюються від під час обстрілів та бомбардувань становлять ще одну серйозну проблему. Хімічні та металеві залишки від боєприпасів, потрапляють у ґрунт, а потім просочуються до підземних вод. Наприклад, в ході дослідження ракети Х-101, були виявлені такі хімічні речовини: меланж та децилін. Меланж під час реакції з водою виділяє велику кількість високотоксичного окису азоту, що вкрай шкідливо для ґрунту і всього живого, що в ньому знаходиться. Держекоінспекція зазначила, що їхні лабораторії навіть не працюють на показники таких речовин. Тобто Україна має ще забезпечити відповідне обладнання для дослідження пошкоджених територій [2]. Станом на сьогодні Україна вважається найбільш замінованою країною у світі. За даними GLOBSEC, на повне очищення території від боєприпасів знадобиться 757 років [3]. Внаслідок такого сильного пошкодження, як зображено на фото, (рис.1) Україні доведеться консервувати значну частину своїх родючих земель. Консервація – це виведення земельної ділянки із господарської діяльності на довгий період часу. Наприклад, повернення ділянок, які раніше розорювалися у степ [3]. Згадаємо історію: у Франції, де відбувалися активні бойові дії під час Першої світової війни, деякі ділянки були законсервовані на довгих 700 років, з яких минуло всього 110.

**Масштабні пожежі в екосистемах та аграрному секторі.** Через важкі бої сильно постраждав Ізюмський ліс на Харківщині. Після активних пожеж влітку 2022 року більшість насаджень вигоріли. Рахункова палата України повідомила, що за 10 місяців війни (2022 рік) постраждало 3 млн га лісів, а це майже третина лісового фонду України [4]! На відновлення, хоча б до довоєнної позначки, треба чекати щонайменше 20-30 років. Загибель лісів – це втрата оселищ для існування різноманітних видів рослин й тварин, але, перш за все, лісова пожежа – це вивільнення CO<sub>2</sub>-еквіваленту (парникових газів), що посилює невідворотні кліматичні зміни.

Кінбурнський півострів, Миколаївщина. З супутника зафіксували, що уздовж майже всього півострова є уражені пожежами ділянки унікальної екосистеми [2].

**Запорізька АЕС, Енергодар.** Внаслідок бойових дій у серпні минулого року здійнялась пожежа у зеленій зоні, яка межує з територією АЕС. Некерований вогонь на таких територіях може призвести до трагедії світового масштабу [2].

**Родючі поля.** Через російські обстріли регулярно спалахують пожежі на полях сільського господарства по всій території України, а особливо по лінії фронту. Так у 2022-2023 роках палали поля Херсонщини, Запоріжжя, Миколаївщини, Донеччини тощо. Наприклад, за минулий рік у зоні бойових дій через пожежі знищено близько 350 000 гектарів полів [5].

**Руйнівний вплив бойових дій на популяцію та ареал розповсюдження диких тварин і птахів.** Через ведення жорстокої війни проти України та її земель страждають не лише люди, а й тварини: ссавці, гризуни, птахи, комахи

тощо. Вони отримують контузії, втрачають слух, гинуть, їхні домівки так само горять, як і наші міста, війна знищує їхню поживу, внаслідок чого скорочується популяція видів, через воєнні дії дельфіни викидаються на берег, ворожі війська захоплюють екопарки та заповідні зони. Внаслідок війни був зупинений масштабний міжнародний проєкт, який розпочався 2019 року, зі збереження унікального Полісся [6]. Через зменшення пернатих у населених пунктах зростає кількість шкідливих для людини комах. Максим Височин, орнітолог, наголошує, що потужні артилерійські обстріли, реактивні системи залпового вогню, ракети, знищують (або вже й знищили) найбільші соснові лісові масиви, що на Донеччині. Там мешкала значна чисельність денних хижих птахів [7].

**Порушення ґрунтового покриву.** Національна академія аграрних наук України ще до війни оцінювала, що відсоток розораності земель країни один з найвищих у світі і сягає 54%, а в деяких регіонах взагалі рекордних 70%! Сьогодні експерти оцінюють, що близько 40% території України перетворилися на зону підвищеної небезпеки для землеробства. Насамперед через замінування територій, вирви від обстрілів (детальніше в описі вище), теплове та хімічне забруднення, механічні деформації від проходження важкої техніки, випалені ґрунти, знищена і залишена на родючих землях військова техніка. Це все спричиняє довготривалу деградацію. Якщо швидко не реагувати – отримаємо ґрунти з підтопленням, засоленням, ерозійними процесами тощо, а це в свою чергу призведе до руйнівних наслідків в рослинництві, порушення ґрунтового покриву, дефіциту природного зволоження, опустелювання, розвиток вітрової та водної ерозії [8].

**Масштабні наслідки війни для водних ресурсів України.** Україна вважається однією з найменш водозабезпечених країн Європи. А найбільше споживають прісну воду й водночас є найбільш вразливими до зменшення її запасів саме південні та східні області України, тому це питання стоїть особливо гостро і наслідки війни для нас колосальні. Військові дії призвели до патологічного впливу на біорізноманіття українських водойм. Техногенні забруднення, руйнування мостів, дамб, ГЕС та берегової лінії, отруєння нафтопродуктами та важкими металами спричиняє загибель риби, порушується міграційний та життєвий цикли водних птахів, водойми втрачають здатність до самоочищення та природного відновлення. Велику шкоду спричиняють руйнування очисних споруд. Зруйновані дамба Київського водосховища та підрив Каховської ГЕС нанесли колосальні збитки родючим землям та екосистемам України. Ще однією небезпекою є пошкодження резервуарів з відходами хімічного виробництва на заводі «Азовсталь», є серйозні підстави вважати, що вони можуть проникнути до Азовського моря. Це поставить під загрозу існування цілих видів морської біокультури. Про це розповів керівник робочої групи міжнародних експертів Держекоінспекції Олексій Обрізан. Але найбільш складна і пролонгована небезпека – забруднення артезіанських вод, адже підземний водообмін здійснюється сотні років, на відміну від

поверхневого, який потребує лише кілька місяців. Якщо всього один збудник потрапить до підземних вод – він розповсюдиться на весь горизонт і зробить воду непридатною для вживання [10].

**Висновки.** Чим довше триватиме війна, тим більших масштабів набуватимуть всі вищезазначені проблеми, тому головне завдання лежить, як на вищому керівництві держави, так і на кожному громадянину України – докласти максимум зусиль, щоб привезти Україну до повної перемоги над агресором.

Наступним кроком має бути впорядкування у всіх керівних структурах, дотичних до екологічного розвитку країни, визначення чітких напрямків відновлення. Бо більшість довоєнних проблем виникли саме через неправильне користування ресурсами.

На рівні з попереднім пунктом за важливістю – необхідно впроваджувати зміни у законодавстві, щоб зміцнити законодавчі норми щодо охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки не лише в Україні, а й у світі. Адже масштабні катастрофи демонструють – від агресії рф страждає не лише наша держава.

Освіта! Якщо попереднє і теперішнє покоління призвело до такого стану довкілля – нам потрібні нові висококваліфіковані фахівці та науковці, які могли б розробляти новітні способи подолання наслідків війни. Також варто запровадити просвітні проекти для населення, щоб підвищувати свідомість громадян щодо екологічних проблем в їхньому регіоні.

Міжнародне співробітництво, пошук фінансування. Нам необхідно переймати міжнародний досвід, шукати рішення в сучасних технологіях та активно співпрацювати з дружніми до нас країнами-сусідами, міжнародними організаціями.

Розмінування та безпека. Ми не можемо залишити 30-40% українських земель замінованими. Необхідно провести операції з видалення вибухонебезпечних матеріалів, з використанням сучасних технологій, як з акваторії Чорного моря, так і з родючих ґрунтів та лісів.

Відновлення водного потенціалу та очищення води. Потрібно забезпечити відновлення прибережних захисних смуг, завдяки яким водойми не замулюються та не забруднюються, а поверхневі стоки з прилеглих територій фільтруються. Смуги захищають посівні угіддя та населені пункти від повеней, а також забезпечують тінь та укриття, живлення для риб та інших водних організмів.

Також потрібно провести комплексне очищення Чорного моря: вилучити плаваючі відходи, очистити дно моря від сміття та забруднення, а також за допомогою сучасних технологій очистити морську воду від шкідливих елементів.

Відновлення екосистем. Висадження нових лісів та забезпечення рослинного різноманіття, відновлення поголов'я постраждалих видів, рекультивування деградованих земель, створення заповідних зон для охорони флори та фауни України.

### Список використаних джерел

1. Ярослав Прищепа. 3,7 тисячі кілометрів: Офіс президента назвав довжину лінії фронту <https://suspihne.media/320692-37-tisaci-kilometriv-ofis-prezidenta-nazvav-dovzinu-linii-frontu/>. (дата звернення 15.09.2023)
2. Кирило Овсяний. До і після. Наслідки повномасштабної війни для екології України. <https://www.radiosvoboda.org/a/skhemy-ekolohiya-viyna/32284610.html>. (дата звернення 19.09.2023)
3. Майя Орел. Боєприпаси проти родючих ґрунтів: чому Україна може втратити статус ґодувальниці світу <https://hromadske.ua/posts/boeypriyasi-proti-rodyuchih-gruntiv-chomu-ukrayina-mozhe-vtratiti-status-goduvalnici-svitu>. (дата звернення 17.09.2023)
4. Скільки лісів постраждало від війни і як швидко їх можна відновити <https://texty.org.ua/fragments/109583/skilky-lisiv-postrazhdalo-vid-vijny-i-yak-shvydko-yih-mozhna-vidnovyty/>. (дата звернення 20.09.2023)
5. Любов Петрушко. Урожай у вогні: у зоні бойових дій згоріло близько 350 000 га полів. Які втрати та наслідки масштабних пожеж <https://forbes.ua/inside/urozhay-u-vogni-u-zoni-boyovikh-diy-zgorilo-blizko-350-000-ga-poliv-yaki-vtrati-ta-naslidki-masshtabnikh-pozhezh-12072022-7129>. (дата звернення 15.09.2023)
6. Дика природа на межі. Як війна зупинила важливий проєкт з охорони Полісся <https://eco.rayon.in.ua/topics/544380-dika-priroda-na-mezhi-yak-viyna-zupinila-vazhliivy-proekt-z-okhoroni-polissya>. (дата звернення 16.09.2023)
7. Ірина Крикуненко. Бойові дії на території України псують повітря, забруднюють водойми, знищують врожаї і в довгостроковій перспективі нанесуть колосальних збитків екосистемі всієї Східної Європи, а українцям скоротять життя <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/yak-viyna-vplivaye-na-vodu-povitrya-ta-zemlyu-ukrajini-ekspert-novini-ukrajini-50243604.html>. (18.09.2023)
8. Олена Корогод. Врятувати українську <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/11/700021/#:~:text=%D0%86%20%D1%8F%D0%BA%D1%89%D0%BE%20%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B0%20%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F,%D0%84%D0%A1%20%E2%80%94%2030%2D35%25>. (дата звернення 15.09.2023)
9. Екологія України <https://vue.gov.ua/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D0%B2%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%96>. (19.09.2023)
10. Ірина Крикуненко. Після війни стане коротшим життя. Еколог розповідає, як обстріли впливають на воду, повітря й ґрунти в Україні <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/yak-viyna-vplivaye-na-vodu-povitrya-ta-zemlyu-ukrajini-ekspert-novini-ukrajini-50243604.html>. (дата звернення 16.09.2023)

11. Як війна вплинула на водні ресурси України  
<https://texty.org.ua/fragments/109098/yak-vijna-vplynula-na-vodni-resursy-ukrayiny/>.( дата звернення 18.09.2023)

**Igor BAKA<sup>2</sup>,**  
2nd year student,  
Group A-21,  
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,  
Vinnitsa National Agrarian University  
Vinnitsa, Ukraine

## CLIMATE AND VEGETATION AS A FACTOR SOIL FORMATION

**Annotation.** *This article examines the relationship between soil formation and climate, paying particular attention to the influence of individual factors. The main factor affecting a soil's ability to store water and organic matter is the particle size distribution of its raw material, which is critical to the soil's impact on climate. The paper also discusses current climate change and its impact on soils.*

**Анотація.** *У цій статті досліджується взаємозв'язок між формуванням ґрунту та кліматом, зокрема звертаючи увагу на вплив окремих факторів. Основним фактором, що впливає на здатність ґрунту зберігати воду та органічну речовину, є розподіл розмірів часток його вихідної сировини, який є вирішальним для впливу ґрунту на клімат. У статті також обговорюється поточна зміна клімату та її вплив на ґрунти.*

**Introduce.** Soil is a broken layer that acts as an interface between the organic world of plants and animals and the inorganic world of minerals, water and air. It interacts with all four layers of the Earth system: atmosphere, biosphere, lithosphere and hydrosphere. Plants get nutrients from the soil through their diet, while their residues are broken down and returned to the soil. Organisms are essential to the development of soil, which is the basis of life for all organisms, including humans. Humans depend on the plants and animals that grow in the soil for food, shelter and habitat. The main goal of this article is to provide a general understanding of how soil composition is affected by climate. It describes the important climatic elements that affect soil composition, with particular emphasis on moisture (including precipitation, evaporation, and humidity), temperature, and wind.

This article discusses how soil is created and formed in different materials. Although some soils come directly from the rocks below as a result of weathering, most soils come from material transported from elsewhere, such as B. windblown loess or glacial debris. The material from which the soil forms is called

---

<sup>2</sup>Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

"parent material," and may remain relatively unchanged in the lower layers of the soil, deposited by water, ice, or wind. Sediments along the banks of rivers can have different textures depending on the current or speed of the water, with fast-moving water leaving behind gravel, rocks and sand, while slow-moving water and lakes can cause sediment to settle into fine textures such as clay and silt of substances.

Some soils come directly from the underlying rock, so-called remnants, which have a chemical composition similar to the original rock. More commonly, however, soils are formed in material that has been brought in from elsewhere and transported over short or long distances. For example, windblown loess is common in the Midwest and can cover glacial sand in various regions. Till consists of material crushed and displaced by glaciers. Parent material refers to the material that forms the soil, and in some cases, the underlying layers of the soil remain relatively unchanged and have been deposited by water, ice or wind. Along rivers, sediments have different textures depending on the speed of the water, with fast-moving water depositing gravel, rocks and sand, while slow-moving water and lakes leave behind fine-textured materials such as clay and silt.

Climate Soil properties are affected by climate and vary depending on specific climatic conditions. Temperature and humidity levels cause different weathering and leaching patterns. Wind plays an important role in the redistribution of sand and other particles, especially in arid regions. The formation of the bottom is influenced by the amount, intensity, timing and type of precipitation. Seasonal and diurnal temperature variations affect water availability, biological activity, the rate of chemical reactions, and the types of vegetation present.

Topography - the configuration of the land, such as slope and aspect, can have an effect on the moisture and temperature of the soil. Steep slopes that face the sun are typically warmer. While soils that are steep can be eroded and lose their topsoil during formation, this results in a thinner layer than more level soils that are affected by the land's configuration, such as slope and aspect, which can have an effect on the moisture and temperature of the soil. Steep slopes that face the sun are typically warmer. While soils that are steep can be eroded and lose their topsoil during formation, this results in a thinner layer than more level soils that receive deposits from upslope areas. Soils that are deeper and have a darker color are typically located in areas that are lower.

Biological factors - The formation of soil is influenced by organisms that are both living and non-living, including plants, animals, microorganisms, and humans. Animals and microorganisms facilitate soil mixing, creating tunnels and openings. Plant roots create holes in the soil, each type of root has a different effect on the soil's properties. For instance, roots that are fibrous near the ground's surface and degrade quickly, add organic matter to the soil. Taproots create pathways through more extensive layers. Microbial activity alters the chemical communication between roots and soil. Human activities can significantly alter the soil, this is most noticeable with extensive soil mixing. As a result, the soil is considered parent material once again.

The type of vegetation that grows in a particular area is influenced by multiple factors, including climate, topography, biological components, and properties of the

soil, including density, depth, chemistry, temperature, and moisture. Plants that have fallen leaves touch the soil's surface, this is decomposed by organisms and incorporated into the top layer of soil. Trees and shrubs have extensive roots that can penetrate to great distances. Time is also important in the formation of the soil, as the other factors interact with it over time. Soils are regenerated continuously, recent deposits lack the hallmarks of soil development. As soils age, they exhibit properties that are attributable to the causes that produced them. When the previous soil's surface and underlying layers are buried, the time is reset for these soils. Terraces that are elevated above the active portion of the floodplain are similar to the actual floodplain, however, they are older and have more developed features.

Soil-forming factors have lasting effects on soils, even on stable landscapes. Material is deposited on the surface and can be removed by wind or water erosion. The rate of addition, removal and change can be rapid or slow, depending on various factors such as climate, landscape conditions and biological activity. In order to prevent desertification, it is essential to implement effective land management practices. Examples of such practices include reducing the number of grazing animals in sparsely vegetated areas, practicing rotational grazing, using conservation and no-tillage techniques, implementing low-intensity, high-diversity crop rotations, maintaining perennial vegetation, and using irrigation appropriately to increase land cover, and the use of selective or staged tree harvesting techniques instead of clearfelling.

The effects of soil on climate are reciprocal, because climate affects soil and soil affects climate. The issue of global climate change is a current concern of scientists, exacerbated by rising greenhouse gas emissions. Soils play a critical role in the carbon cycle, and changes in soil management practices can help reduce emissions of carbon-containing gases from soils. Carbon dioxide in the air is used by plants, and when they die, microbes in the soil break down what's left of them and release the carbon dioxide back into the air. In some soil conditions, such as wetlands and pristine soils, slower decomposition rates can reduce carbon emissions. Managing land with minimal disturbance, e.g. B. Using no-tillage, reducing deforestation and preserving green spaces in urban areas can also reduce CO<sub>2</sub> emissions.

On a smaller scale, soil properties such as moisture and density can affect local climates by storing heat and stabilizing temperature fluctuations, with denser, wetter soils being more effective than looser, drier soils. Temperatures in the desert can vary wildly, rising over 60°F in a single day. Different soil properties can create areas with better moisture retention and insulation compared to the surrounding environment. Urban areas with less vegetation and bare ground can experience a "heat island effect" when temperatures are higher than surrounding areas, with temperatures as high as 5 degrees during the day and 20 degrees at night. These microclimates can host diverse plant and animal communities and provide important ecological niches. Soils also play a role in providing clues to past climate and weather cycles. Soils in some climates may be less fertile and require special management practices for protection. Soil management is critical in the global carbon cycle because different



soil practices result in different amounts of carbon being released into the atmosphere. Therefore, understanding and managing the impact of soils on climate can help reduce greenhouse gas emissions from soils.

Climate plays a vital role in the formation and composition of soil, even though the raw materials vary. Climate directly or indirectly affects the distribution of animals and plants and the activities of other soil-forming factors. Because climate influences vary by size, there is often a strong correlation between the distribution of important soil groups and the regions or climates in which they occur.

Climate is made up of several elements, including temperature, humidity, wind and air pressure, each of which plays a vital role in the formation and composition of soil. However, these elements can also interfere with each other's functions, sometimes cooperating and sometimes conflicting from a ground perspective. Temperature is especially important because it contributes to the weathering of rocks and the activation of chemical and biological processes that shape soil. It also affects the mechanical processes leading to soil structure and stratification, as well as the maintenance of soil temperature and water availability. In areas with snow on the surface, temperature also affects when and how much water is available to surrounding plants and organisms. The distribution of important soil types often reflects the distribution of different climate zones.

The physical properties of soil are closely related to the many uses humans make for it. Understanding these qualities can help us determine the most suitable tillage machinery, planting spacing and depth, soil moisture needs, and other factors such as color, texture, porosity, and hardness. In particular, the color of the soil is clearly visible and easily identifiable by the naked eye. Still, it is often overlooked by researchers and classified according to its hue, which refers to the color spectrum, and the color value reflected from soil particles, indicating the degree of color and luster.

Soil structure refers to the physical arrangement of its mineral particles and the proportions of each particle size group, such as sand, clay and silt. Scientists have assigned separate names or classifications to each size group, and soils are made up of varying amounts of each size group. Soil structure is determined by the arrangement of these particle size groups, and each soil type and structure is classified according to its most dominant characteristics.

Soil texture is the arrangement of soil particles in clusters, including their pattern, shape and organization. If the particles do not form clusters, such as desert sand, the floor is considered unbuilt. The density of soil depends on the presence of colloids, binders such as silica, oxides or carbonates, and the soil's porosity, which is the presence of pores in the soil. Porosity is estimated by calculating the ratio of total pore volume to total sample size, which can range from a fraction to 90% in organic soils. Porosity also varies depending on factors such as texture, structure and organic matter content, with clay soils having a low porosity of about 4% and other soils ranging from 30-50%.

**Conclusion.** Humans have a significant impact on climate-related soil properties in many different ways. While biological abundance and diversity have

positive effects on soil quality and climate resilience, there is growing evidence that climate change is negatively impacting soil biodiversity. Research shows that the most effective soil management strategies for mitigating climate change include encouraging vegetation growth, maximizing soil organic matter content and increasing water retention. Some promising initiatives, such as the Great Green Wall of Africa and agricultural systems such as conservation agriculture, should be scaled up globally so that soils can make a significant contribution to climate protection.

### References

1. DIJKSTRA H. A. VEGETATION PATTERN FORMATION IN A SEMI-ARID CLIMATE. *International Journal of Bifurcation and Chaos*. 2011. Vol. 21, no. 12. P. 3497–3509. URL: <https://doi.org/10.1142/s0218127411030696> (date of access: 15.02.2023);
2. Commonwealth B. o. S. S. H. E. Soil, vegetation and climate. Harpenden, Eng : The Bureau, 1934. 43 p. (date of access: 17.02.2023);
3. Soils C. B. o. Soil, vegetation and climate. Commonwealth Bureau of Soils, 1934. 43 p.(date of access: 18.02.2023);
4. STEPHENS C. G. CLIMATE AS A FACTOR OF SOIL FORMATION THROUGH THE QUATERNARY. *Soil Science*. 1965. Vol. 99, no. 1. P. 9–14. URL: <https://doi.org/10.1097/00010694-196501000-00003> (date of access: 17.02.2023);
5. Zahran M. A. Physiography, Climate and Soil-Vegetation Relationships. *The Vegetation of Egypt*. Dordrecht, 1992. P. 4–14. URL: [https://doi.org/10.1007/978-94-015-8066-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-015-8066-3_2) (date of access: 17.02.2023).

**Максим БІЛОСТЕГНІЮК<sup>3</sup>**,

студент 2-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ЦИКЛ КРЕБСА

**Анотація** У даній статті висвітлено процес окислювальних реакцій в мітохондріях, починаючи з окислення і продовжуючи до окислювально-відновних реакцій циклу Кребса. Висвітлено процес перетворення речовин на енергію, які називаються молекули АТФ. Головну відповідальність тут несуть мітохондрії. Їх функція – постачати клітину енергією, яка шляхом численних ферментативних реакцій витягується з органічних сполук і запасується в АТФ окислювальне фосфорилування.

---

<sup>3</sup>Науковий керівник: канд.с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Сергій Амонс.

***Annotation.** This article covers the process of oxidative reactions in mitochondria, starting with oxidation and continuing to the redox reactions of the Krebs cycle. The process of converting substances into energy, which are called ATP molecules, is highlighted. Mitochondria are mainly responsible here. Their function is to supply the cell with energy, which is extracted from organic compounds through numerous enzymatic reactions and stored in ATP oxidative phosphorylation.*

**Вступ.** Цикл Кребса – перший шлях кисневого дихання. Еволюція цього дихання і хімічного моста від гліколізу до циклу Кребса, без сумніву, відбувалося кілька реакцій одночасно, можливо, спочатку як засіб захисту анаеробних клітин від «отруйного» впливу кисню. Пізніше природний відбір сформував аеробний цикл Кребса, транспортування електронів та шляхи окислювального фосфорилування, які ми бачимо сьогодні. Якою б не була його початкова корисність, ці реакції були адаптивною реакцією на збільшення кисню в земній атмосфері. Як шлях для отримання енергії з поживних речовин, дихання набагато ефективніше гліколізу. Тварини покладаються на нього, але навіть рослини і фотосинтезуючі водорості використовують дихальний шлях, коли сонячне світло недоступне! Тут ми зосередимося на окислювальних реакціях в мітохондріях, починаючи з окислення і продовжуючи до окислювально-відновних реакцій циклу Кребса [1].

Одна з метаболічних стадій аеробного клітинного дихання, що відбувається в нашому організмі-Цикл Кребса. Він також відомий під назвою цикл лимонної кислоти, і це метаболічна стадія, яка відбувається в мітохондріальному матриксі клітин тварин.

Цикл Кребса – це послідовне перетворення певних органічних кислот, що відбувається в матриксу мітохондрій. Цей процес названо на честь англійського біохіміка, який його відкрив у 1937 році.

На початку циклу пірвіноградна кислота (яка є продуктом гліколізу) реагує з щавелевооцтовою, утворюючи лимонну кислоту. Остання через низку послідовних реакцій перетворюється на інші кислоти. Внаслідок таких перетворень відтворюється щавелевооцтова кислота, яка знову реагує з пірвіноградною кислотою, і цикл повторюється.

В результаті циклу Кребса може утворюватися одна молекула АТФ. Крім того, в ході біохімічних реакцій циклу від органічних кислот відщеплюються атоми гідрогену, згодом частково використовуються для синтезу молекул АТФ. А молекули вуглекислого газу, які утворюються під час цих перетворень, залишають мітохондрії та з часом виводяться з клітин [2].

Наступні перетворення пов'язані з перенесенням електронів від атомів гідро-гену (які відщеплюються від органічних кислот) на кисень. Ці процеси відбуваються за участю ланцюга дихальних ферментів, вбудованих у внутрішню мембрану мітохондрій. Електрони послідовно передаються від одних сполук до інших доти, доки не відбудеться процес відновлення кисню.

Отже, процес окиснення органічних сполук киснем супроводжується низкою окислювально-відновних реакцій. У ході цих реакцій енергія, яка

міститься у вигляді хімічних зв'язків, звільняється поступово. Це дає можливість клітині використовувати повніше енергію, яка звільняється в ході безкисневого етапу.

За допомогою послідовного ряду різних речовин-переносників, розташованих у внутрішній мембрані мітохондрій, електрони транспортуються до її внутрішньої поверхні, тоді як іони гідрогену ( $H^+$ ) накопичуються на її зовнішній поверхні. Одночасно на внутрішній поверхні мембрани мітохондрій концентрація  $H^+$  зменшується (одна з причин – утворення  $H_2O$  при сполученні кисню з  $H^+$  та електронами). Так виникає різниця концентрації іонів гідрогену (рН) та електричних потенціалів, внаслідок чого зовнішня поверхня мембрани стає електропозитивною, а внутрішня – електронегативною [3, 4].

У внутрішній мембрані мітохондрій розташована особлива ферментна система ( $H^+$  – АТФ фаза), завдяки якій з АДФ та фосфатної кислоти синтезуються молекули АТФ. Для цього використовується енергія, яка звільняється при перенесенні іонів  $H^+$  із зовнішньої поверхні мембрани на внутрішню. Цей процес відбувається тоді, коли різниця потенціалів на мембрані досягає певного рівня, іони  $H^+$  через канал у молекулі ферменту, який забезпечує синтез АТФ, повернуться на внутрішній бік мембрани. В цей час відбувається синтез молекул АТФ з АДФ та фосфатної кислоти.

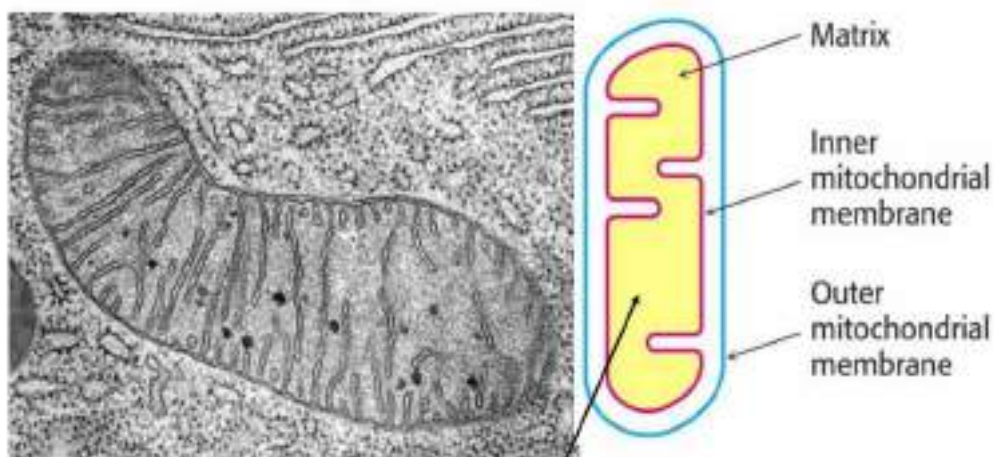


Рис.1. Клітинне дихання складається з трьох фаз.

1. *Фаза Гліколіз:* Це процес, при якому глюкоза розщеплюється на більш дрібні частини. Під час цього процесу утворюється піруват або піровиноградна кислота, яка призведе до ацетил-КоА.

2. *Фаза Цикл Кребса:* У циклі Кребса ацетил-КоА окислюється до  $CO_2$ .

3. *Фаза Дихальний ланцюг:* тут більша частина енергії виробляється за рахунок перенесення електронів від водню. Ця енергія виникає в результаті елімінації речовин, що беруть участь у всіх попередніх кроках.

*Що таке цикл Кребса*

Це складний цикл і що він має кілька функцій, які допомагають метаболізму клітин. Без цього циклу клітини не могли мати або виконувати життєво важливі функції. Кінцева мета циклу Кребса *полягає у сприянні*

розщепленню кінцевих продуктів метаболізму вуглеводів, ліпідів та деяких амінокислот. Всі ці речовини, що потрапляють в організм з їжею, перетворюються на ацетил-КоА з виділенням  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$  та синтезом АТФ [5].

Тут генерується енергія, яку клітини повинні використовувати для здійснення своїх функцій. Серед різних стадій циклу лимонної кислоти ми знаходимо різні проміжні сполуки, які використовуються як попередники в біосинтезі амінокислот та інших біомолекул. Через цикл Кребса ми отримуємо енергію з молекул органічної їжі і передаються до залишків молекул для експорту енергії для використання в клітинній діяльності. За допомогою цієї енергії ми можемо виконувати свої життєво важливі функції та фізичні навантаження щодня.

У циклі Кребса відбуваються деякі переважно окислювальні хімічні реакції. Для здійснення всіх цих реакцій необхідний кисень. У кожній хімічній реакції беруть участь деякі ферменти, що знаходяться в мітохондріях. Ці ферменти відповідають за каталізацію реакцій. Коли ми говоримо про каталізацію реакції, ми маємо на увазі збільшення її швидкості. Існує безліч каталізаторів, які допомагають хімічним реакціям проходити швидше, ніж зазвичай. У цьому циклі відбуваються різні хімічні реакції, які потребують кисню.

Перша реакція – окисне декарбоксилювання. У цій реакції глюкоза, отримана в результаті розкладання лисих гідратів, перетворюється на дві молекули пірвіноградної кислоти або пірувату. Глюкоза деградує через гліколіз і стає важливим джерелом ацетил-КоА. Окисне декарбоксилювання пірувату починається з циклу лимонної кислоти. Ця хімічна реакція відповідає елімінації вуглекислого газу та пірувату, що утворюються в ацетильній групі, яка зв'язується з коферментом А. У цій хімічній реакції НАДН утворюється як молекула, що несе енергію [6, 7].

З утворенням молекули ацетил-КоА, цикл Кребса починається в матриці мітохондрій. Завдання полягає у інтеграції ланцюга клітинного окислення для окислення вуглецю та перетворення їх у вуглекислий газ. Для всіх цих хімічних реакцій необхідна наявність кисню. Тому процес клітинного дихання є досить важливим.

Цикл Кребса починається з ферменту цитрат-синтетази, який служить каталізатором хімічної реакції переходу ацетильної групи в оксалоацетову кислоту, що утворює лимонну кислоту, і вивільнення коферменту А. Назва циклу пов'язана з утворенням кислоти цитрусові та всі хімічні реакції, що відбуваються тут.

Подальші реакції окислення та декарбоксилювання відбуваються на наступних етапах. Ці реакції викликають утворення кетоглутарової кислоти. Під час процесу виділяється вуглекислий газ і утворюються NADH і H. Ця кетоглутарова кислота проходить реакцію окисного декарбоксилювання, що каталізується ферментним комплексом, до складу якого входять ацетил-КоА та НАД. Всі ці реакції призведуть до бурштинової кислоти, NADH та молекули

ГТР, які згодом він передаватиме свою енергію молекулі АДФ, що продукує АТФ.

Тільки з останніх кроків ми побачимо, що бурштинова кислота окислить фумарову кислоту, також відому як фумарат. Його коферментом є АДФ. Тут утворюється FADH<sub>2</sub>, який є ще однією енергетичною молекулою. Нарешті, фумарова кислота неприємна для того, щоб утворювати яблучну кислоту, також відому як малат. Нарешті, в циклі Кребса яблучна кислота окислиться, утворюючи оксалооцтову кислоту, цикл вони відновили. Знову всі реакції відбуватимуться в ту ж мить, і вона починається спочатку.

#### *Біохімічні функції циклу Кребса.*

Цикл Кребса виконує в організмі людини такі найважливіші біохімічні функції:

а) *інтегративну* – цикл Кребса є своєрідним метаболічним «колектором», який об'єднує шляхи розпаду вуглеводів, ліпідів і білків (рис.1.2);

б) *амфіболічну* – цикл Кребса виконує подвійну функцію: катаболічну, оскільки у ньому проходить розпад ацетил-КоА, і анаболічну, оскільки субстрати циклу Кребса використовуються для синтезу інших речовин. Так, оксалоацетат йде на синтез аспарагінової кислоти і глюкози, 2-оксоглутарат – глютамінової кислоти, сукцинат – гему;

в) *енергетичну* – в ході реакцій циклу Кребса утворюється одна молекула ГТФ на рівні субстрату (сукциніл-КоА- синтетазна реакція);

г) *водневодонорна* – цикл Кребса є основним генератором гідрогену для дихального ланцюга мітохондрій. У циклі Кребса утворюється 4 пари атомів гідрогену, три із яких з'єднані з НАД<sup>+</sup> і одна з ФАД.

#### *Значення циклу Кребса*

Є мільйони аргументів, щоб знати, що цикл Кребса має життєво важливе значення для формування м'язової маси та правильного функціонування організму. Для правильної роботи цього циклу існує 5 основних поживних речовин, які потрібні нашому організму: *тіамін, рибофлавін, ніацин, залізо та глютамін*. Це амінокислоти, які використовуються для утворення нової м'язової тканини. Тому необхідно знати, як працює цей цикл, щоб підкреслити повноцінне харчування з метою підвищення працездатності та м'язової маси.

Також корисно знати цикл Кребса, щоб уникнути численних захворювань через дефіцит енергії або поживних речовин у нашому організмі. Як бачите, всі ці хімічні реакції відбуваються одночасно в організмі для забезпечення належного функціонування.

Цикл Кребса – перший шлях кисневого дихання. Еволюція цього дихання і хімічного моста від гліколізу до циклу Кребса, без сумніву, відбувалося кілька реакцій одночасно, можливо, спочатку як засіб захисту анаеробних клітин від «отруйного» впливу кисню. Пізніше природний відбір сформував аеробний цикл Кребса, транспортування електронів та шляхи окислювального фосфорилування, які ми бачимо сьогодні. Якою б не була його початкова корисність, ці реакції були адаптивною реакцією на збільшення кисню в земній атмосфері. Як шлях для отримання енергії з поживних речовин, дихання

набагато ефективніше гліколізу. Тварини покладаються на нього, але навіть рослини і фотосинтезуючі водорості використовують дихальний шлях, коли сонячне світло недоступне! Тут ми зосередимося на окислювальних реакціях в мітохондріях, починаючи з окислення пірувату і продовжуючи до окислювально-відновних реакцій циклу Кребса. Після потрапляння в мітохондрію піруватдегідрогеназа каталізує окислення пірувату до ацетил-S-коензиму А (АС-S-СоА). Потім цикл Кребса повністю окислює Ас-S-СоА. Ці мітохондріальні окислювально-відновні реакції генерують  $\text{CO}_2$  та багато відновлених носіїв електронів ( $\text{NADH}$ ,  $\text{FADH}_2$ ). Вільна енергія, що виділяється в цих окислювально-відновних реакціях, пов'язана з синтезом лише одного АТФ на окислений піруват (тобто два на глюкозу, яку ми почали з!). Саме молекули  $\text{NADH}$  і  $\text{FADH}_2$  захопили більшу частину вільної енергії в вихідних молекулах глюкози. Ці надходження пірувату в мітохондрію і його окислення підсумовані нижче [].

Окислення пірувату перетворює вуглевод  $3\text{C}$  в ацетат, молекулу  $2\text{C}$ , виділяючи молекулу  $\text{CO}_2$ . У цій високоенергетичній реакції  $\text{CoA-SH}$  утворює високоенергетичний тіоефірний зв'язок з ацетатом в АС-S-СоА. Окислення пірвіноградної кислоти призводить до відновлення  $\text{NAD}^+$ , вироблення АС-S-СоА та молекули  $\text{CO}_2$ , як показано. Цикл Кребса функціонує під час дихання для окислення АС-S-СоА та зменшення  $\text{NAD}^+$  та  $\text{FAD}$  до  $\text{NADH}$  та  $\text{FADH}_2$  (відповідно). Проміжні продукти циклу Кребса також функціонують в метаболізмі амінокислот і взаємоперетвореннях. Всі аеробні організми, що живуть сьогодні, поділяють цикл Кребса, який ми бачимо у людей. Це узгоджується з його поширенням на початку еволюції нашого кисневого середовища. Через центральну роль проміжних продуктів циклу Кребса в інших біохімічних шляхах частини шляху можуть навіть попередньо дати повний дихальний шлях. Цикл Кребса відбувається в мітохондріях еукаріотичних клітин.

Після окислення пірувату АС-S-СоА надходить в цикл Кребса, конденсуючись оксалоацетатом в циклі з утворенням цитрату. У циклі Кребса є чотири окислювально-відновні реакції. Коли ми обговорюємо цикл Кребса, шукайте накопичення відновлених носіїв електронів ( $\text{FADH}_2$ ,  $\text{NADH}$ ) та невелику кількість синтезу АТФ фосфорилуванням на рівні субстрату. Крім того, слідувати вуглецю в піруваті в  $\text{CO}_2$ . Цикл Кребса, як це відбувається у тварин [8, 9].

*Щоб допомогти вам зрозуміти події циклу:*

1. знайти дві молекули  $\text{CO}_2$ , що утворюються в самому циклі Кребса.
2. знайти ГТП (який швидко переносить свій фосфат на АДФ, щоб зробити АТФ). Зверніть увагу, що у бактерій АТФ проводиться безпосередньо на цьому етапі.

3. порахуйте всі відновлені носії електронів ( $\text{NADH}$ ,  $\text{FADH}_2$ ). Обидва ці носії електронів несуть в собі пару електронів. Якщо включити електрони на кожну з молекул  $\text{NADH}$ , зроблених при гліколізі, скільки електронів було видалено з глюкози під час її повного окислення?

Пам'ятайте, що гліколіз виробляє два пірувати на глюкозу, а значить і дві молекули АС-S-КоА. Таким чином, цикл Кребса повертається двічі для кожної глюкози, що надходить в гліколітичний шлях. Високоенергетичні тіоефірні зв'язки, що утворюються в циклі Кребса, паливні синтез АТФ, а також конденсація оксалоацетату та ацетату з утворенням цитрату в першій реакції. Кожен NADH несе близько 50 Ккал з 687 Ккал вільної енергії, спочатку наявної в молі глюкози; кожен FADH<sub>2</sub> несе близько 45 Ккал цієї вільної енергії. Ця енергія буде підживлювати виробництво АТФ під час перенесення електронів та окислювального фосфорилування.

Нарешті, історія відкриття циклу Кребса настільки ж цікава, як і сам цикл! Альберт Сент-Дьєрджі отримав Нобелівську премію в 1937 році за виявлення деяких реакцій окислення органічних кислот, які спочатку вважалися частиною лінійного шляху. Ганс Кребс зробив елегантні експерименти, показуючи, що реакції були частиною циклічного шляху. Він запропонував (правильно!) що цикл буде суперкаталізатором, який каталізує окислення ще однієї органічної кислоти. Деякі експерименти описані Кребсом та його колегами у своїй класичній роботі: Krebs HA, et al. Освіта лимонної та  $\alpha$ -кетоглутарової кислот в організмі ссавців. Біохім. J. Ганс Кребс та Фріц Ліпманн розділили Нобелівську премію 1953 року з фізіології та медицини. Кребс був визнаний за його з'ясування циклу ТСА, який зараз частіше носить його ім'я. Ліпманн був визнаний за те, що запропонував АТФ в якості посередника між харчовою (поживною) енергією та внутрішньоклітинною робочою енергією, а також за виявлення реакцій, які окислюють піруват та синтезують АС-S-СоА [9].

**Висновок.** Отже, цикл Кребса – процес перетворення речовин на енергію, які називаються молекули АТФ. Головну відповідальність тут несуть мітохондрії. Їх функція – постачати клітину енергією, яка шляхом численних ферментативних реакцій витягується з органічних сполук і запасується в АТФ окислювальне фосфорилування.

У виробництві лимонної кислоти деякі штами мікроорганізмів, що ростуть на вуглеводах, використовують ті самі ферментативні реакції, в ході яких щавлево-оцтова кислота перетворюється на лимонну, але остання при технологічному процесі далі не включається в ЦТК, а накопичується.

### Список використаних джерел

1. Боєчко Ф.Ф., Боєчко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. К., 2019. 26–34 с.
2. Вороніна Л.М., Десенко В.Ф., Мадієвська Н.М. та ін. Біологічна хімія. – Х., 2020; Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини. Тернопіль, 2021.
3. Боєчко Л.Ф., Боєчко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення та терміни: Навч. посібник. К.: Вища шк., 2018. 528 с.
4. Губський Ю.І. Біологічна хімія. Київ-Тернопіль: Укрмед книга, 2020. 508 с



5. Боечко Л.Ф., Боечко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення та терміни: Навч. посібник. К.: Вища шк., 2017. 528 с.

6. Mahmoud Y.A. el Souod S.M., Niehaus W.G. Purification and characterization of malate dehydrogenase from *Cryptococcus neoformans*. Arch. Biochem. Biophys. 1995. 322, № 1. P. 69–75.

7. Malik P., McKenna M.C., Tildon J.T. (2013). Regulation of malate dehydrogenases from neonatal, adolescent, and mature rat brain. Neurochem. Res., № 3 247–257.

8. Van Kuijk B.L., Stams A.J. (2016). Purification and characterization of malate dehydrogenase from the syntrophic propionate-oxidizing bacterium strain MPOB. FEMS Microbiol. Lett. 144, № 2–3. P. 141–144.

9. Nelson D. L., Cox M. M. Lehninger Principles of biochemistry. Fourth edition. New York: W. H. Freedman and Company, 2021. 1119 p.

**Ганна БОНДУРІВСЬКА<sup>4</sup>,**  
студентка 4-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

***Анотація.** У статті розглянуто наслідки проведення військових дій на навколишнє середовище. Обґрунтовано руйнування промислових підприємств та їх наслідки на довкілля. Проаналізовано наслідки вторгнення країни-агресора на територію нашої держави і масштаби забруднення довкілля з початку 2014 року.*

***Annotation.** The article considers the consequences of military actions on the environment. The destruction of industrial enterprises and their consequences on the environment are substantiated. The consequences of the invasion of the aggressor country on the territory of our state and the scale of environmental pollution since the beginning of 2014 have been analyzed.*

***Вступ.** Будь-які військові дії завдають довкіллю досить відчутної шкоди, особливо якщо вони ведуться на великій території протягом тривалого часу, однак і при короточасних військових конфліктах можуть виникнути надзвичайні екологічні ситуації, якщо можливий противник застосовує сучасні засоби ураження. Навмисний вплив людини на природу і навколишнє*

---

<sup>4</sup>Наук. керівник: к. с.-г. н., асистент кафедри екології та ОНС ВНАУ Оксана Врадій.

середовище у військових цілях отримали назви екоциду (біоциду, екологічної війни).

У ситуації військових дій забруднення навколишнього середовища набуває великої кількості різних форм. В умовах російсько-української війни багато випадків забруднення, що мають ознаки порушення правил війни і навіть екологічного тероризму, оскільки деякі обстріли проводилися з метою погіршення стану навколишнього середовища [1].

Перш за все мова йде про руйнування підприємств. В результаті бойових дій була повністю знищена вся мережа великих об'єктів металургії та хімічної промисловості, які зосереджувалися на сході України. Саме ці підприємства традиційно становили найбільшу небезпеку для навколишнього середовища в країні і формували для міст своєї дислокації імідж одних з найбільш забруднених в Україні. Разом з тим на підприємстві «Азовсталь» до його руйнування вдалося зупинити процеси таким чином, щоб пошкоджені цехи не становили загрозу для навколишнього середовища. У пресі звучать заяви про те, що рівень забруднення атмосфери на сході України значно зменшився, і це являється певним шансом для відновлення даного регіону після війни – і навіть шансом для покращення попередньої ситуації. Частина викидів в атмосферу виглядає правдоподібно, але якщо згадати про те, що всі підприємства мали очисні споруди, сховища відходів, що не піддаються очищенню, склади сировини і продукції, то стане зрозумілим: мова йде про дуже забруднену територію, на якій через обстріли вивільнено значно більше відходів, ніж допускалося за часів роботи підприємств.

Крім забруднення річок, які є джерелами водопостачання для промислових, комунальних підприємств та окремих населених пунктів, достатньо масовими стали і випадки припинення очищення вод, оскільки було пошкоджено велику кількість інфраструктурних об'єктів, серед яких і очисні споруди. Бомбардування міст і населених пунктів призвели до десятків поломок трубопроводів і насосних станцій, через що сотні тисяч людей залишилися без доступу до безпечної води [2].

Також в регіоні є велика кількість вугільних шахт, які затоплюються вже кілька років. Так що в частині забруднення ґрунтів, і тим більше ґрунтових і поверхневих вод, навряд чи можна уявити райдужне майбутнє. Всі забруднення із підприємств, очисних споруд вийшли на поверхню шахт, із водами неминуче потраплять в Азовське море: або через річку Сіверський Донець, або через річку Кальміус. В обох випадках забруднені стоками річки принесуть відходи в саме прісне і дрібне море Європи. При цьому не варто очікувати стрімкого вимирання життя в морі: забруднювачі будуть накопичуватися в ньому тривалий час і поступово зникатимуть в першу чергу рідкісні види. Але страшно те, що забруднення моря неминуче, так як всі перераховані забруднення все одно в результаті потраплять в нього з Донбасу.

**Виклад основного матеріалу.** З перших днів свого вторгнення російські війська приступили до цілеспрямованого знищення критичної інфраструктури, застосовуючи як ракети високої точності, так і реактивну артилерію. Це

стосується не тільки Донбасу, але і всіх регіонів України. Можна стверджувати, що метою таких дій було послаблення забезпечення українських міст паливом, ресурсами для відновлення та нанесення максимального економічного збитку. Втім, деякі зафіксовані нами випадки свідчать і про те, що метою окремих обстрілів було саме цілеспрямоване погіршення екологічної обстановки в населених пунктах. Не виключено, що частково такі цілі переслідували і масштабні пожежі в будівельних гіпермаркетах, оскільки ніякої військової необхідності в тому, щоб спалити будівельний гіпермаркет, немає.

Одними з перших постраждали нафтобази. Всього ракетними ударами знищено понад 60 нафтобаз, великих АЗС і резервуарів з паливом в аеропортах. Також знищено Лисичанський та Кременчуцький нафтопереробні заводи. Проте у всіх випадках відбулися масивні разові викиди забруднювачів в атмосферу. Другою постраждалою групою стали склади легкозаймистих речовин і будівельні гіпермаркети. У межах України знищено близько 20 таких гіпермаркетів, а на окупованій території – всі. Ще понад 30 обстрілів стосувалися складів лаків, фарб та інших легкозаймистих речовин, а також складів у портах [3].

У перші дні травня російська армія зосередилася на знищенні сховищ агрохімікатів. Так, в Тернопільській області після обстрілу велика кількість азотних добрив потрапило в річку Ікву і погубило все живе в річці. Обстріли сховищ агрохімікатів продовжилися до липня.

Ракетними ударами також було знищено кілька газопроводів у Харківській, Миколаївській, Запорізькій, Київській, Донецькій, Луганській областях України. 21 березня в місті Суми на місцевому підприємстві «Суми - Хімпром» ракети потрапили в цистерни з аміаком, утворивши зону ураження радіусом до 2,5 км, що можна зіставити з реальним використанням хімічної зброї. 5 квітня в місті Рубіжне ракетами була підірвана промислова цистерна з азотною кислотою. 9 травня російські війська підірвали склади з аміачною селітрою в Краматорському районі. Такі дії безумовно призводять до значного погіршення стану навколишнього середовища, тому їх потрібно розглядати як акти екологічного тероризму.

Боєприпаси вибухають не тільки на полі бою. Вибухи відбуваються також на складах і мінних полях. У перші дні війни війська РФ атакували склади боєприпасів на території України, намагаючись виснажити українські запаси озброєнь і запобігти опорі. З червня ініціатива перейшла до ЗСУ і почалися обстріли російських військових складів на окупованій території з використанням високоточної зброї. Очевидно, що детонація великого складу боєприпасів для навколишнього середовища нічим не відрізняється від їх роздільного використання в різних місцях. Такі вибухи та подальше розповсюдження залишків боєприпасів також можуть створювати гострі та хронічні ризики для здоров'я людей та навколишнього середовища внаслідок вивільнення токсичних компонентів з боєприпасів [4].

Те ж стосується і мінування території. Тут варто уточнити, що потенційно замінованою є площа, що перевищує 1/5 України. У місцях усіх бойових дій у

грунті залишаються нерозірвані боєприпаси, всюди багато спеціально встановлених мін, розтяжок тощо з березня по липень 2022 року на території України знешкоджено 154 830 вибухонебезпечних предметів та 662 кг вибухової речовини, у тому числі 2055 авіаційних бомб. Обстежено територію площею 63 782 га. Прогнозується, що повне розмінування України займе близько десяти років.

Під час бойових дій з попаданням будь-яких речовин і предметів в навколишнє середовище вибухають боєприпаси, руйнується і згорає військова техніка разом з паливом і боєкомплектами. Пошкоджена техніка має значні ризики і для населення, оскільки, наприклад, залишки ракет класу «земля - повітря» (ЗРК) та інших типів ракет, що містять високотоксичне паливо, можуть становити загрозу для здоров'я, як і деякі транспортні засоби, часто містять цілий ряд токсичних матеріалів (в тому числі азбест, ПХД і джерела кислоти з батареї, а також фосфор) [4].

Враховуючи, що весь Північний фронт вторгнення припав на Регіон Полісся, найбільш заболочену частину країни, а в 2022 році більшість річок мали, принаймні, часткові повені і раннє танення льоду, російська техніка в багатьох місцях потонула в болотах або провалилася біля озер або річок. Уявити процес витягнення її з водних об'єктів настільки заболоченого регіону – складно. З великою ймовірністю така техніка залишиться в екосистемах назавжди, продовжуючи забруднювати навколишнє середовище на довгий час.

**Висновки.** Таким чином, стурбованість щодо стану навколишнього середовища зростає, тому необхідність поєднання діяльності у сфері захисту довкілля із заходами безпеки була та залишається пріоритетною. Обмеженість ресурсів, що відновлюються, а також транснаціональний характер проблем, стали поштовхом до активізації ролі міжнародної спільноти у галузі започаткування проектів з питань навколишнього середовища.

### Список використаних джерел

1. Довженко О.М. Здоров'я населення – індикатор екологічного благополуччя: бібліографічний показник літератури. НБ ЗДМУ. Запоріжжя, 2018. 40 с.
2. Купчик О. Екологічні наслідки воєнних дій на Сході України – загроза нинішньому та майбутнім поколінням. *Екологічний вісник*. 2017. №2. С. 2–16.
3. Сопронюк М.Т. Нітрати – прихована небезпека. *Безпека життєдіяльності*. 2013. №7. С. 26 – 27.
4. Бардов В.Г. Основи екології : нац. (базовий) підруч. МОЗ України. Вінниця : Нова книга. 2013. 424 с

**Олександр МАЛЯРЕНКО<sup>5</sup>,**  
студент 2 курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ УКРАЇНИ**

***Анотація.** розглянемо вплив військових дій на ґрунти України, причини забруднення ґрунтів, наслідки забруднення ґрунтів у зоні військових дій, відновлення ґрунту після військових дій та термін відновлення.*

***Annotation.** Let's examine the impact of military actions on the soils of Ukraine, the causes of soil contamination, the consequences of soil contamination in the conflict zone, soil restoration after military actions, and the timeframe for restoration.*

**Вступ.** Загарбницька війна Російської Федерації проти України, окрім того, що руйнує життя людей, становить загрозу для здоров'я українців ще й у довготривалій перспективі – через завдання величезної шкоди українському довкіллю, зокрема внаслідок забруднення ґрунтів [1].

У зв'язку з російсько-українською війною став все частіше з'являтися порівняно новий термін – екоцид. До списку злочинів російської армії додалися ще й ті, що ставлять на меті викликати на українських теренах екологічну катастрофу.

Військові дії, що відбуваються на території України, мають значний вплив на навколишнє середовище, зокрема на ґрунти країни. У зв'язку з цим, аналіз впливу військових дій на ґрунти України є актуальною проблемою, яка вимагає прискіпливого дослідження та вироблення рекомендацій щодо зменшення негативних наслідків [2, 5].

**Виклад основного матеріалу.** Екоцид – це форма ведення війни, метою якої є намагання нанести непоправних збитків екосистемі країни, проти якої здійснюється агресія, її флорі, фауні, природним ресурсам. Держава-агресор, яка здійснює екоцид, ставить на меті звести нанівець потенціал до відновлення країни, яка потерпає від агресії. Цей термін ввели в науковий обіг у 70-ті роки в якості відповіді на дії армії США у В'єтнамі, яка випалювала напалмом селища та використовувала хімікати для знищення тропічних лісів [2].

Фактично, агресія РФ проти України може вважатися першим у нинішньому столітті випадком цілеспрямованого екоциду під час війни. За підрахунками робочої групи при Державній екологічній інспекції, з дня вторгнення станом на травень 2022 року росіяни здійснили більше 200 злочинів проти екології. Лише за перші три місяці повномасштабної війни збитки українського довкілля сягнули 200 мільярдів гривень.

---

<sup>5</sup>Науковий керівник: асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ Вергеліс В.І.

Знищення верхнього родючого шару ґрунту, який формувався протягом століть, відбувається внаслідок вибухів ракет, артилерійських снарядів різних типів, фугасних авіабомб, безпілотників, снарядів різних типів РСЗО, «вакуумних» бомб тощо. Це при тому, що за останні 100 років вітчизняні ґрунти втратили близько 30% гумусу. Війна прискорює цей процес. Ґрунти втрачають родючість через зміну фізичних, хімічних та фізико-хімічних властивостей [2].

Вибух снаряду будь-якого типу – це попадання низки токсичних сполук у ґрунт. За даними фахівців громадської організації «Екодія», 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. Ґрунтознавці відзначають систематичне перевищення в 6-8 разів показників ртуті, цинку та кадмію, а також фахівці на місцях обстрілів фіксують високий вміст міді, нікелю, свинцю, фосфору та барію [2].

Аналітики правозахисних організацій констатують, що в місцях бойових дій в районі Слов'янська в сотні разів перевищені гранично допустимі концентрації свиню, наявні також стронцій та титан, які нехарактерні для ґрунтів у значних кількостях.

Зрозуміло, що вирощувати будь-що на таких ґрунтах буде неможливо протягом довгого часу. Після Першої світової посівні площі в Європі скоротилися на 22,6%. Яке скорочення чекає Україну після завершення воєнних дій, зараз ще важко прогнозувати (рис.1) [2].



*Рис. 1. Вирва на полі від розриву снаряду*

Токсичні сполуки можуть проникати в ґрунт разом з опадами. Наприклад, сірка – компонент значної частини боєприпасів. Змішуючись з опадами вона перетворюється в ґрунті на небезпечну сірчану кислоту. В атмосфері оксиди сірки та азоту спричиняють кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та викликають опіки рослин.

Інший аспект – важкі метали. У місцях бойових дій важкі метали подекуди перевищують фонові значення у 30 разів. Небезпеку несуть і уламки боєприпасів. Артилерійські снаряди калібру 120 мм і 152 мм дають відповідно 1600-2350 та 2700-3500 уламків масою від 1 г. Чавун із домішками сталі є найбільш поширеним матеріалом для виробництва оболонки боєприпасів та містить у своєму складі не тільки залізо та вуглець, а й сірку, мідь та інші

компоненти. Ці речовини потрапляють до ґрунту, мігрують до ґрунтових вод і в результаті потрапляють до харчових ланцюгів, впливаючи і на тварин, і на людей. Тобто отруєний вибухами ґрунт буде повільно вбивати нас в перспективі [2].

Доведено нищівні наслідки воєнно-техногенного забруднення для здоров'я населення. Концентрований вміст важких металів може порушувати діяльність нервової системи, систем кровотворення та внутрішньої секреції. Хімічні забруднення спонукають виникнення злоякісних утворень, атеросклерозу та порушення апарату спадковості [3].

Пошкодження ґрунту внаслідок військових дій можуть бути механічними, фізичними та хімічними. Кожен з цих впливів по-своєму є критичним та викликає руйнування структури та функцій землі. Розглянемо детальніше кожен [3].

Механічний вплив. Деформує ґрунтовий покрив, що призводить до порушення структури ґрунтів під час пересування військової техніки, руху військ, будівництва захисних споруд, місць бомботурбації (порушення землі внаслідок утворення кратерів від бомбардування), розмінування територій. Наслідком цього впливу є ущільнення, заболочування, засмічення території продуктами бойової діяльності.

Хімічний вплив. Змінює природні фізико-хімічні параметри ґрунтового покриву. Насамперед рН, катіонний обмін і вмісту гумусу. Також зростає концентрація токсико-хімічних речовин, можуть утворюватися різноманітні локальні ландшафтно-геохімічні аномалії. Відтак ці землі не можна використовувати в довгостроковій перспективі.

До агентів хімічного забруднення належать паливо транспортних засобів, мастильні матеріали, сольвенти, відходи гальванічного виробництва, залишки вибухових речовин, дезактиваційні речовини, важкі метали та сполуки, радіоактивні речовини.

Фізичний вплив. Передбачає зміну фізичних параметрів ґрунту внаслідок застосування зброї та військової техніки. Мається на увазі вібраційний, радіоактивний та тепловий вплив [3].

Варто додати, що кожен з вищезазначених впливів призводить, до знищення рослинності, порушення ґрунтового покриву, дефіциту природного зволоження та опустелювання. Унаслідок цього також різко скорочуються рівень біоти [3].

Термін відновлення ґрунту після військових дій залежить від багатьох факторів, таких як ступінь забруднення, тип ґрунту, кліматичні умови та інші екологічні чинники. Однак, взагалі, процес відновлення ґрунту може зайняти декілька років, або навіть десятиліття, залежно від рівня забруднення та виправних заходів, які будуть прийняті. Після військових дій, на ґрунт можуть впливати різні види забруднень, такі як нафтові плями, вибухові залишки, токсичні речовини та інші небезпечні матеріали. Якщо забруднення є великим та широко поширеним, то відновлення ґрунту може зайняти декілька десятиліть. Процес відновлення ґрунту можна прискорити за допомогою

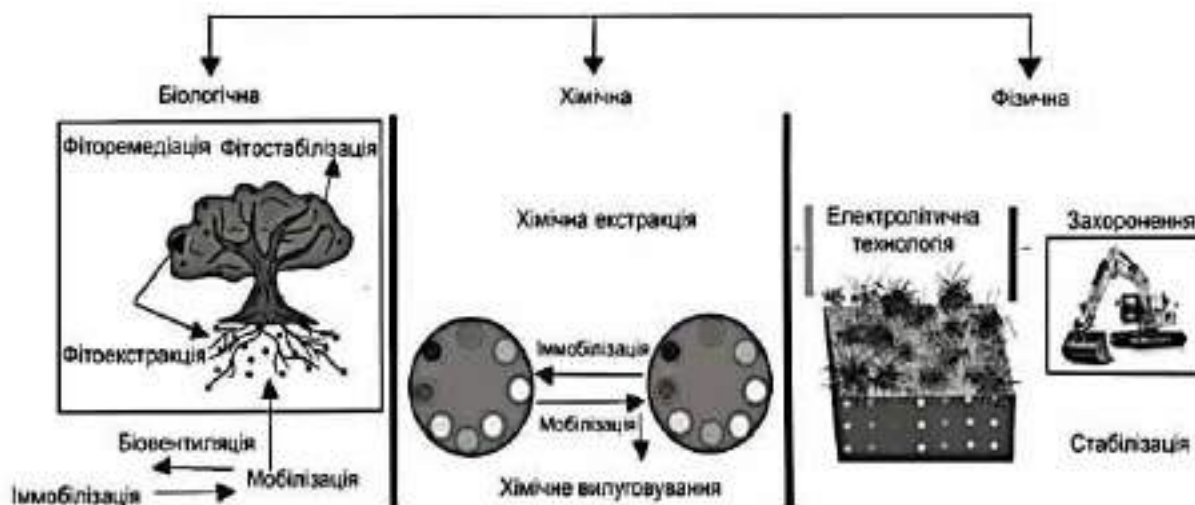
заходів зі зменшення забруднення, використання методів фітоочищення, внесення органічних та мінеральних добрив, а також розведення місцевих рослин, що допоможе утворити природний екосистемний баланс. Однак, точний час відновлення ґрунту після військових дій буде залежати від складності та масштабу забруднення, якості виконаних відновлювальних робіт та інших факторів.

Процес перетворення забруднених земель у придатну для використання площу називають рекультивацією. Вибір технології рекультивації залежить від характеру та ступеня забруднення, цільового призначення або використання ділянки, що відновлюється, а також від наявності результативних та економічно ефективних технологій [3].

Але перед тим, як вибрати технологію, потрібно провести аналіз наслідків бойових дій. Фахівці громадської організації «Екодія» проводили його в 5 етапів:

1. ідентифікування землі, пошкодженої бойовими діями;
2. ідентифікування факторів впливу (наприклад це були маневри військ чи переміщення техніки);
3. визначення типу впливу (хімічний, механічний чи фізичний) та наслідків для земель;
4. оцінювання рівня забруднення ґрунтів внаслідок певного типу впливу (наприклад оцінка засміченості ділянок осколками);
5. оцінювання рівня забруднення ґрунтів.

На основі висновків аналізу можна обрати оптимальний варіант рекультивації. Своєю чергою методи обробки забрудненого ґрунту включають фізичну, хімічну та біологічну ремедіацію (очищення) (рис.2) [3].



*Рис. 2. Методи обробки забрудненого ґрунту*

Для вибору методик відновлення землі є кумулятивна оцінка рівня пошкоджених земель, яка передбачає визначення категорії придатності до використання земельної ділянки (рис.3) [3].



Рівень пошкодження (% площі ділянки)	Категорії придатності земель	Характеристика забруднених ґрунтів	Використання	Необхідні заходи
Пошкодження дуже низького рівня до 10% площі ділянки	Безумовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті перебуває в межах фонових значень	Ведення сільськогосподарської діяльності. Вирощування будь-яких культур.	Не потрібні
Пошкодження низького рівня 10-25% площі ділянки	Придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує фонове значення, але не вище ГДК	Використання під будь-якої культури за умов контролю за якістю сільськогосподарської продукції	Проведення агротехнічних заходів для зменшення надходження металів у продукцію (раціональне застосування органічних і мінеральних добрив)
Пошкодження середнього рівня 25-50% площі ділянки	Мало придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК при лімітованому транслокаційному показнику.	Використання під технічні культури без отримання на них продуктів харчування та кормів. Використання під сінокося і пасовища з нормованим випасом	Фільтрація, підбір сільськогосподарських культур, що не накопичують забруднювальні речовини. Проведення агротехнічних заходів.
Пошкодження високого рівня 50-75% площі ділянки	Умовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК у більшості досліджуваних забруднювальних речовинах.	Використання під культурні пасовища; вирощування ефросійних культур	Протигрозні, гідротехнічні, фізичні та хімічні рекультиваци. Виключити вирощування культур для продовольчих цілей.
Пошкодження катастрофічного рівня 75-100% площі ділянки	Не придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК за всіма показниками	Вилучення з сільськогосподарського використання. Консервація	Природне відновлення

**Рис. 3. Визначення категорії придатності до використання земельної ділянки.**

Експерти «Екодія» підрахували вартість 9 технологій очищення ґрунту. Результати досліджень продемонстровані в таблиці нижче (рис.4) [3].

Для найбільш забруднених територій кращим варіантом є консервація землі, яка зазнала катастрофічних пошкоджень.

Консервація передбачає припинення або часткове припинення господарської діяльності і вилучення землі із сільськогосподарського обігу. Найкращим варіантом підтримки таких територій це надання природоохоронного статусу цим територіям для забезпечення якісного менеджменту [3].

Практика консервації в Україні використовувалась після Чорнобильської катастрофи, де значну частину земель визнали природоохоронними. Але такий метод виключає будь-яку роботу з землею, а це не влаштуватиме аграріїв, які хочуть працювати [3, 6].

№	Технологія	Орієнтовна вартість
1	Землеробство	Лабораторні дослідження від 20 000 USD (1 м <sup>3</sup> ), пілотні дослідження від 100 000 USD; Обробка 1 м <sup>3</sup> ґрунту до 100 USD.
2	Стабілізація	Вартість технології з реагентами складає (за 1 м <sup>3</sup> ) від 50 USD до 120 USD – для поверхневих забруднень, від 200 USD для глибинних. Крім того, закладається вартість на обладнання від 200 000 USD залежно від особливостей території, вартості електроенергії
3	Фітосанція	Вартість 1 га потужністю 0,5 м ґрунту складає від 150 USD до 250 000 USD
4	Компостування	Вартість технології залежить від кількості обробленого ґрунту, доступності добрив, типу забруднювальних речовин і складає 200 USD за 1 м <sup>3</sup> при обробці 20 000 м <sup>3</sup> ґрунту
5	Хімічне вилугування (промивання)	Вартість технології складає від 30 USD до 300 USD за 1 м <sup>3</sup> ґрунту з урахуванням типу та концентрації речовин, що виходять в слід розчину.
6	Термічна десорбція	Вартість обробки складає від 10 до 70 USD за 1 м <sup>3</sup> ґрунту. Пілотні дослідження складають затрати від 10 000 USD. Концентрація забруднень, ландшафтно-геохімічні умови визначають верхню межу вартості.
7	Хімічна екстракція	Вартість технології оцінюється від 150 USD до 500 USD за 1 м <sup>3</sup> ґрунту
8	Хімічне окислення/відновлення	Вартість всього процесу оцінюється в межах від 200 до 500 USD за тону обробленого ґрунту без урахування затрат на аналітичні дослідження
9	Захоронення	Вартість 1 т становить від 100 000 USD

*Рис. 4. Технології очищення ґрунту*

**Висновки.** Війна принесла Україні багато проблем, серед яких деградація та забруднення ґрунтів. Проте перед «лікуванням» землі варто провести її аналіз на забруднюючі частки. Без аналізу неможливо визначити, який чином цю землю можна очистити. Але війна продовжується, тому наразі нереально дослідити всі ґрунти, які піддались воєнно-техногенному забрудненню. Якщо про території, де ведуться бойові дії мова не йдеться, то на деокупованих землях потрібно спершу провести розмінування. Тому на даному етапі гарною ідеєю буде створити теоретичну та законодавчу базу для подальшої рекультивациі земель.

**Рекомендації.** Реабілітація ґрунтів на місцях обстрілів полягає не лише в розмінуванні, а й в подальшому очищенні земель від інших хімічних залишків, які залишаються в ґрунті після війни. На основі висновків аналізу можна обрати оптимальний варіант рекультивациі. Своєю чергою методи обробки забрудненого ґрунту включають фізичну, хімічну та біологічну ремедіацію

(очищення). Також це можна зробити з використанням спеціальних видів рослин. Така технологія називається фіторемедіація. Це новий напрямок в науці. І Україна може стати його центром розвитку.

### Список використаних джерел

1. Випалена й забруднена земля: як загарбницька війна Росії вбиває українські ґрунти: веб-сайт. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/vipalena-j-zabrudnena-zemlya-yak-zagarbnicka-vijna-rosii-vbivaie-ukrainski-grunti/> (дата звернення: 18.09.2023).

2. Війна в Україні знищує ґрунти — як врятувати мертві землі: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/blog/925-viyna-v-ukrayini-znischuye-grunti--yak-vryatuvati-mertvi-zemli> (дата звернення: 20.09.2023).

3. Чи можна вилікувати ґрунт від війни — відповіді на найпоширеніші запитання: веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1423-chi-mojna-vilikuvati-grunt-vid-viyni--vidpovidi-na-naypooshirenishi-zapitannya> (дата звернення: 19.09.2023).

4. Поля у вогні. Експерти розповіли, як впливає війна на родючість українських земель: веб-сайт. URL: <https://suspilne.media/307620-pola-u-vogni-eksperti-rozpovili-ak-vplivae-vijna-na-roducist-ukrainskih-zemel/> (дата звернення: 21.09.2023).

5. Поле болю: як бойові дії руйнують українські ґрунти: веб-сайт. URL: <https://eco.rayon.in.ua/topics/531138-pole-bolyu-yak-boyovi-dii-ruynuyut-ukrainski-grunti> (дата звернення: 21.09.2023).

6. Боеприпаси та хімія: як війна шкодить ґрунтам і які є рішення? веб-сайт. URL: <https://rubryka.com/article/soil-ukraine/> (дата звернення: 21.09.2023).

**Олег МАРУХНО<sup>6</sup>,**

студент 4 курсу,

факультет екології, лісівництва та садово-паркового-господарства,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

## ОЦІНКА РЕПРОДУКТИВНИХ ФУНКЦІЙ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО ТА СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА КЛОНОВИХ ПЛАНТАЦІЯХ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

*Анотація.* У останні десятиліття зростає негативний вплив антропогенного чинника на компоненти довкілля. Внаслідок цього спостерігаються тенденції щодо глобальних кліматичних змін, зростання транскордонного забруднення повітря, інтенсивного поширення комах

---

<sup>6</sup>Науковий керівник- асистент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Панкова С.О.

шкідників та ін. Ці негативні чинники у значній мірі впливають як на лісові екосистеми в цілому так і на окремі деревні породи. У результаті цього порушується природний генезис лісів, погіршується стан основних лісотвірних порід, порушуються репродуктивні процеси, а отже і здатність до відновлення лісів. Тому, дослідження репродуктивних особливостей основних лісотвірних порід є надзвичайно актуальними на сучасному етапі зростання антропогенезу.

**Ключові слова.** репродукція, стан, насінневі плантації, клонові плантації, генотип.

**Annotation.** In recent decades, the negative influence of the anthropogenic factor on the components of the environment has been increasing. As a result, there are trends regarding global climate changes, the growth of cross-border air pollution, the intensive spread of insect pests, etc. These negative factors significantly affect both forest ecosystems as a whole and individual tree species. As a result, the natural genesis of forests is disrupted, the condition of the main forest-forming species deteriorates, reproductive processes are disrupted, and therefore the ability to restore forests. Therefore, the study of the reproductive characteristics of the main forest-forming species is extremely relevant at the current stage of the growth of anthropogenesis.

**Key words.** reproduction, state, seed plantations, clonal plantations, genotype.

**Завдання досліджень.** Вивчити морфологію та репродуктивну функцію основних лісоутворюючих порід у клонових насадженнях Вінницької області, встановити основні тенденції формування репродуктивних органів та розробити заходи щодо підвищення насінневої продуктивності насінневих плантацій.

**Об'єкт досліджень** – насінневі (клонові) плантації, їх сучасний стан, насіннева продуктивність та особливості формування зародкової плазми.

**Мета роботи** – оцінити особливості репродуктивного процесу в клонованих насадженнях основних лісоутворюючих деревних порід, зокрема дуба звичайного і сосни звичайної, та розробити заходи щодо підвищення насінневої продуктивності насаджень.

**Методи досліджень** – експерименти проводили з використанням загальноприйнятих у лісівництві та лісовій селекції методів, а також методів порівняльної екології. Робота викладена на 32 сторінках комп'ютерного тексту. Складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаної літератури (18 джерел); містить дев'ять таблиць та шість рисунків; містить перелік найважливіших науково-дослідних проектів та перелік найважливіших науково-дослідних проектів у галузі лісового господарства та лісової селекції.

**Вступ.** Деревя та кущі, як і всі живі організми, характеризуються значною різноманітністю. Кожен вид рослин, який займає певний біотоп і має специфічні умови виживання, характеризується великою морфологічною різноманітністю. Поява різних форм у деревних видів пов'язана з

особливостями середовища існування, які впливають на розвиток рослин, і залежить від філогенетичної історії виду. Якщо ареал певного виду обширний, а кліматичні умови в різних місцевостях суттєво відрізняються, вид розвиває так звані кліматично-географічні форми та різновиди. Коли вид росте в різних ґрунтових умовах, формуються типи ґрунтів. Різні реакції рослин на певні кліматичні, кліматичні та біологічні фактори можуть призвести до появи морфологічних, фізіологічних та фенологічних форм певного сорту. Природний відбір призводить до інтеграції та подальшого розвитку найбільш життєздатних форм. [2, 5, 8].

Географічний і особливо екологічний ареал дуба звичайного свідчить про його пластичність. Дуби надзвичайно поліморфні, утворюючи багато географічних, екологічних, фенологічних та морфологічних форм.

Різноманітність морфології дуба зумовлена головним чином його репродуктивними органами. У деяких морф жіночі квітки непомітні, а тичинки можуть бути червонуватого або жовто-зеленого кольору. Кількість жіночих квіток на одній суцвітті також варіює. Зазвичай їх буває дві-три, але деякі дерева мають до 10 і більше квіток. Не всі квітки утворюють жолуді, тому кількість жолудів зазвичай менша, ніж квіток, але навіть у цьому випадку дерева з великою кількістю квіток на черешку мають більшу кількість жолудів на плодоніжці. [5].

Жолуді значно відрізняються за розміром і формою. Деякі дерева мають дуже великі жолуді, до 5-6 см завдовжки і 2,5 см завширшки. З іншого боку, є дерева з дуже маленькими, кулястими жолудями, які лише наполовину виступають з гілок дерева. У лісі також можна зустріти дерева з дуже тонкими і відносно довгими жолудями, а також дерева з загостреними, яйцеподібними і бочкоподібними жолудями. [1, 2, 5].

Деякі види дуба відрізняються формою листя. Наприклад, глибиною листової пластинки, характером і кількістю лопатей, формою основи листка, кольором і опушенням, розміром листка і довжиною черешка.

Існує велика варіація розмірів листків і довжини черешків. На додаток до типової форми листка довжиною 5-15 см і шириною 2-8 см, деякі дерева мають дуже велике листя, що досягає 20-25 см завдовжки і 12-15 см завширшки, тоді як інші мають листя менше 8 см завдовжки і 2-3 см завширшки. [6].

У природних умовах дуби ростуть повільно протягом перших кількох років життя. У віці від 5 до 20 років більшість видів дубів ростуть швидко. Інтенсивний ріст більшості видів дуба триває до 70 років. Більшість видів дуба досягають плодоношення набагато пізніше, ніж інші види: 10-20 років у дикій природі та 20-30 років у насадженнях. [1, 3].

Хвойні - деревні рослини родини хвойних, зазвичай вкриті вічнозеленим, голчастим, лінійним або лускоподібним (перистим) листям. Більшість хвойних - це дерева, з невеликою кількістю чагарників. Хвойні поширені переважно в північній півкулі. Всього налічується близько 400 видів хвойних. [5].

Найвідомішими представниками хвойних дерев є сосна, ялина, ялиця та модрина - звичайні великі дерева, які формують основний намет насаджень. Ці породи дерев утворюють великі лісові масиви, які класифікуються як хвойні ліси. У лісових екосистемах переважають хвойні породи, такі як сосна звичайна, сосна сибірська, модрина сибірська або модрина даурська, ялиця сибірська або ялиця кавказька. Ліси, в яких переважають такі породи, зазвичай називають сосновими або ялиновими лісами. До хвойних дерев, які не утворюють намету, належать ялівець, тис, плющ і кипарис. Залежно від відношення видів до світла, хвойні дерева поділяються на темнохвойні - такі як тіньовитривалі ялиця, ялина і кедр - які утворюють темнохвойні ліси. Світлолюбні хвойні - сосна і модрина - утворюють так звані світлі хвойні ліси. [4, 5].

У статті проаналізовано формування репродуктивних органів у сосни звичайної та ялини європейської. Сосна звичайна (лат. *Pinus sylvestris*) - вид сосни, що належить до родини Соснові (*Pinaceae*) і широко розповсюджена на значній географічній території. Походить з Європи та Азії.

Дерева досягають 25-40 метрів заввишки. Діаметр стовбура 0,5-1,2 м. Найвищі дерева (45-50 м) ростуть на південному березі Балтійського моря. Стовбур прямий. Крона висока, конічна, потім округла і широка, з горизонтально закрученими гілками.

Кора на нижній частині стовбура товста, луската, сіро-коричнева, глибоко потріскана. Лусочки кори неправильної форми, пластинчасті. Кора на верхній частині стовбура і гілок тонка, лущиться, оранжево-червона. Розгалуження поодинокі і складні. Нові пагони спочатку зелені, до кінця літа стають сірими або світло-коричневими. [5].

Досить поширене дерево в Євразії, починаючи з Іспанії та Великобританії та далі на схід до басейну річки Алдан та середньої течії Амура у Східному Сибіру.

Ялина (лат. *Pinus*) - хвойне вічнозелене дерево родини Соснові (*Pinaceae*). Це красиве кроноподібне вічнозелене дерево (до 96,7 м заввишки за оптимальних умов зростання), поширене в помірних і холодних (субарктичних і субальпійських) зонах північної півкулі, налічує близько 40 видів. Поширений також у південній частині арктичної кліматичної зони. Найпівденніша частина ареалу ялини знаходиться в субтропічному високогір'ї, зокрема на південному заході Китаю, Тайвані, півночі Індії, Непалі, Бутані, північному сході М'янми та гірських районах північної Мексики. [5].

Рослини - голонасінні. Жіночі шишки не мають зав'язі і розвиваються на лусочках плоду (насінини). Мікроспори збираються на чоловічому плоді, який має на нижній поверхні 2-4 мішечки з мікроспорами, що несуть пилок. Жіночі тичинки розвиваються на кінчиках гілок, утворюючи невеликі кулясті плоди, які після запилення (вітром) ростуть і опадають вниз. Чоловічі тичинки утворюють невеликі сережки, що складаються з численних тичинок з довгими, вузькими, двокоричневими пиляками, які розкриваються вертикально,

розташовані в пазухах голок торішніх верхівок гілок. Запилення відбувається в червні. [8].

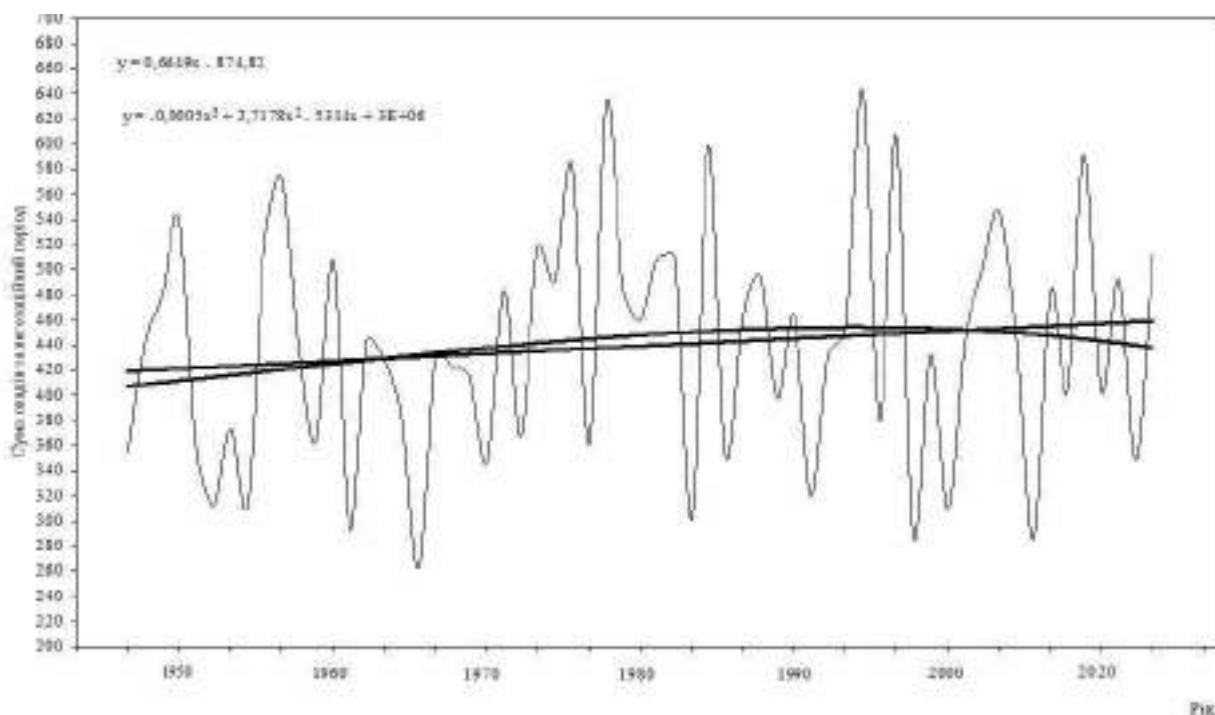
У 2022 році дослідження проводилося за методикою, розробленою Українським науково-дослідним інститутом лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДІЛГА).

Дослідження охопило ПЗФ, включаючи селекційні господарства, лісонасінневі бази, архіви, маточні плантації та пробні площі у Вінницькій області. Особливу увагу було приділено поточному стану насаджень, природному відтворенню та родючості.

Відповідно до цієї методології у 2022 році було здійснено наступне.

- Оцінити сучасний стан природоохоронних лісів, клонів та родинних насаджень основних лісоутворюючих деревних порід;
- Вивчити репродуктивні характеристики клонів дуба звичайного в КНП та розробити заходи з підвищення плодоношення та захисту насаджень;
- Вивчення репродуктивних функцій сосни звичайної та ялини європейської, що зростають у Фінляндії.

Дослідження репродуктивних процесів у штучних популяціях (плантаціях) основних лісоутворюючих деревних порід включають визначення сили жіночих і чоловічих квіток, урожайності шишкоягід і жолудів, яке проводять шляхом серійних або вибіркового обстежень не менше чотирьох-шести прищеп одного клону. Якщо кількість сім'ядолей і жолудів низька (до 100), їх підраховують на гілумі, а якщо висока - на модельних гілках. Інтенсивність цвітіння та плодоношення клонів дуба звичайного оцінювали візуально за шестибальною шкалою [6, 7]

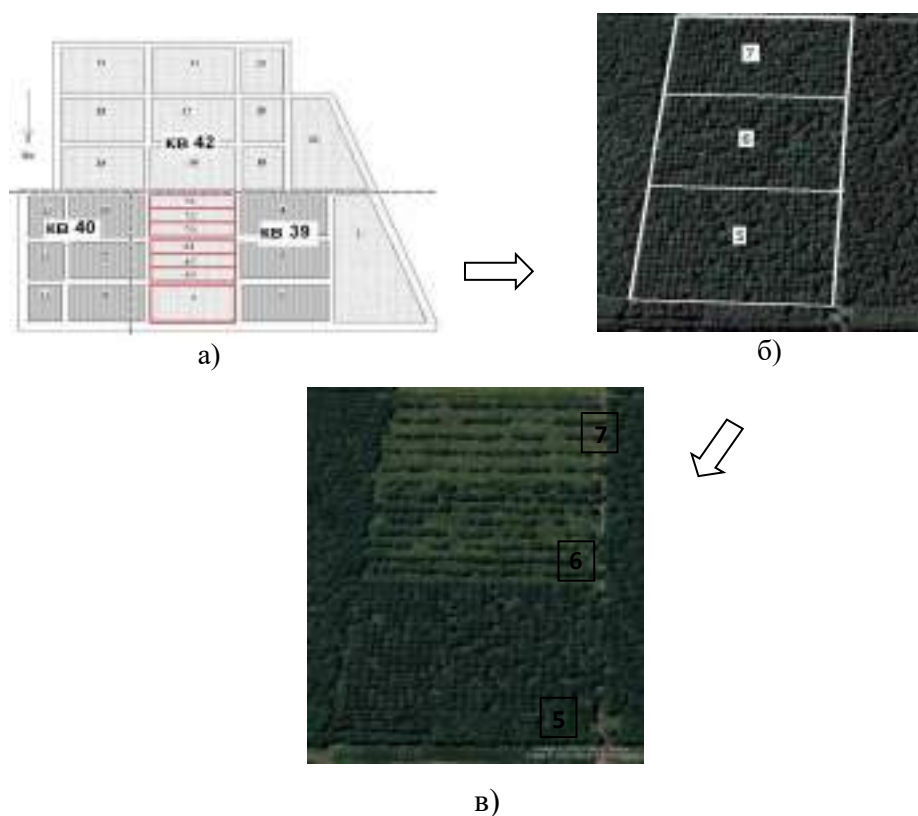


**Рис 1** Динаміка суми опадів за вегетацію за період (1946-2020 роки), метеостанція м. Вінниця

Згідно з основними закономірностями формування репродуктивного матеріалу, головними факторами, що впливають на інтенсивність плодоношення, є вплив погодно-кліматичних умов на різних етапах формування репродуктивних органів. Ми простежили тенденції зміни кліматичних характеристик, зокрема температури та вологості, як за тривалі періоди часу (понад 60 років), так і за відносно короткі (останні три роки).

У 2022 році були проведені візуальні обстеження цвітіння, утворення зав'язі та сили плодоношення на ділянках 5, 6 та 7 селекційного ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція».

Проводилися загальні оцінки інтенсивності цвітіння та утворення зав'язі, а також стандартні детальні обліки плодоношення. [7, 9]



**Рис. 2** *Схема дослідження щодо підвищення репродуктивної здатності клонових плантацій дуба в умовах селекційного комплексу ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» (Турбівське лісництво) а) 7/1-7/3 – варіанти інтенсивного зрідження (видалено по 2 ряди через ряд); 6/1-6/3 – варіанти із середньою інтенсивністю зрідження (видалено по 1-му ряд через ряд); 5 – ділянка без зріджень (стаціонарного обліку репродуктивних процесів); б) загальний вигляд ділянок плантації станом на 2016-й рік до видалення рядів; в) загальний вигляд ділянок станом на 2022-й рік*

Експеримент зі стимулювання плодоношення дуба звичайного на клональних плантаціях було розпочато у 2017 році. Для закладання експерименту було обрано клонову насінневу плантацію в насінневому комплексі Вінницької лісової дослідної станції (Турбівське лісництво). Експеримент передбачав проведення проріджування різної інтенсивності.



Варіації режиму проріджування, що застосовувалися на клональних плантаціях у селекційному комплексі ДП "Віницька лісова дослідна станція" (Турбівське лісництво), включали видалення окремих рядів. Дерев в рядах були видалені восени 2017 року. На ділянці 5 зрізали тільки підріст і підлісок, зберегли всі живі клони і видалили суху сухостійну деревину. На ділянці 6 були проріджені клони вздовж усього ряду. Щоб максимізувати освітленість пологую, ряди були видалені із заходу на схід; на ділянці 7 було видалено два ряди клонів. Таким чином, ширина міжрядь збільшилася з 10 м на початку плантації до 20 м і 30 м відповідно (рис. 2). За результатами обстеження 2022 року, середня інтенсивність цвітіння насаджень становила близько 3,0-3,5 балів. Окремі дерева мали рівень формування суцвіть 5 балів.

Пізнні весняні заморозки та несприятливі погодні умови призвели до опадання суцвіть та новоутворених зав'язей. У зв'язку з цим рівень утворення зав'язі становив близько 2,5-3,0 балів. Вплив несприятливих погоднокліматичних умов призвів до зниження врожайності дерев дуба. У результаті дослідні варіанти включали різну ширину міжрядь: ділянка 5 – 10 м, ділянка 6 – 20 м, ділянка 7–30 м. На ділянках у весняний період проведено обліки дерев для визначення фенологічних форм: рання (Р), рання проміжна (РПр), проміжна (Пр), пізня проміжна (ППр), пізня (П) (таблиця 1).

**Таблиця 1**

**Розподіл клонів дуба звичайного за фенологічними формами на КНП (ДП «Вінницька ЛНДС»), Турбівське лісництво, ділянки 5, 6, 7**

Форма	Розподіл клонів за ділянкам и, %		
	5	6	7
Р	1,9	7,1	13,7
РПр	16,0	10,3	11,1
Пр	52,1	21,2	24,8
ППр	7,5	39,7	28,2
П	22,5	21,7	22,2
Всього	100,0	100,0	100,0

Частка ранньо-пізніх фенотипів була однаковою на всіх ділянках (близько 22%). Найнижча частка ранніх фенотипів була виявлена на всіх ділянках (2-14%). Найпоширенішими фенотипами були проміжні (21-52%) та проміжно-пізні (8-40%).

На ділянці 5 найбільшу частку становила проміжна фенологічна форма (52,1%). На ділянці 6 переважали клони пізньої проміжної фенологічної форми (39,7%). Ця ж фенологічна форма домінувала на ділянці 7 (28,2%). Значний відсоток на ділянках 5, 6 та 7 представлено пізньою та проміжною фенологічними формами (відповідні значення на ділянках 5, 6, 7: 22,5%, 21,7%, 24,8%). Динаміка утворення жолудя на ділянках 5-7

Середній рівень виробництва жолудів був дещо вищим у 2022 році порівняно з 2018 роком.<sup>3</sup> Згідно з рисунком 3.3, середній рівень виробництва жолудів був дещо вищим у 2022 році порівняно з 2018 роком.<sup>3</sup> Середні бали

плодоношення у 2018 та 2022 роках були найвищими на ділянках, які були сильно зріджені ( Ділянка 7) були найвищими. Різниця в середніх балах плодоношення між ділянками без зрідження та ділянками з інтенсивним зрідженням становить 1 бал. Характеристики насінневої продуктивності на ділянках 5, 6 і 7. [6, 7]

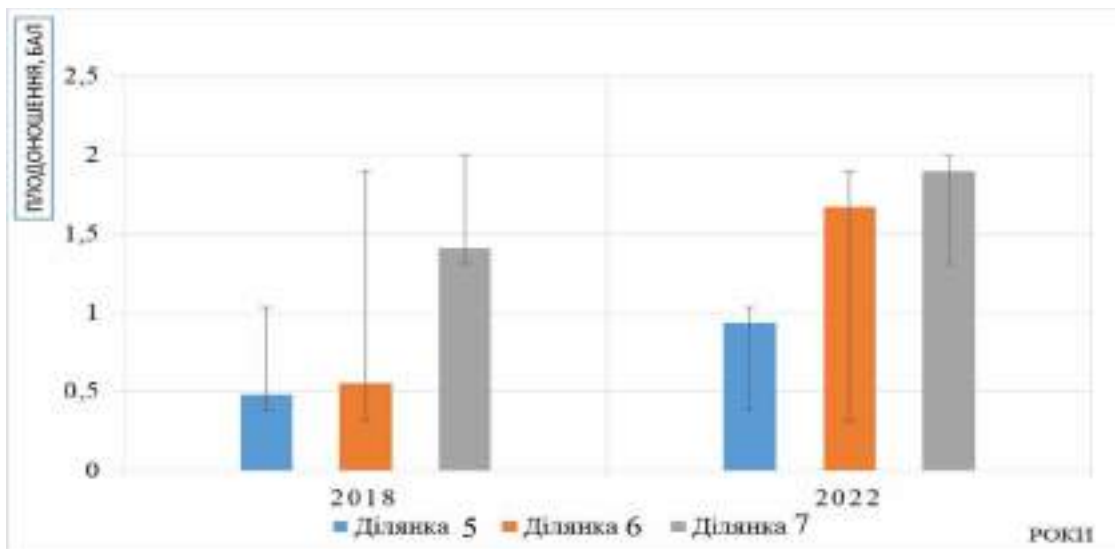


Рис. 4 Динаміка утворення жолудя на ділянках 5, 6, 7 у 2018 та 2022-му роках

У розрізі фенологічних форм найвищим балом насінношення у 2018-му році характеризувалися здебільшого пізні проміжні фенологічні форми (середній бал плодоношення 0,40-2,21). Пізні фенологічні форми відрізнялися низьким рівнем насінношення (0,19-0,73 бали). У 2022-му році найвищою репродуктивністю характеризувалися пізні проміжні та ранні фенологічні форми (бал плодоношення 0,94-2,81). Проміжні фенологічні форми відрізнялися найнижчим рівнем насінношення у 2022-му році. Поряд із цим на ділянках із середнім та інтенсивним зрідженням (ділянки 6, 7) інтенсивність утворення жолудя у проміжних фенологічних форм був вищим на 1-1,9 бали.

Розподіл частки дерев дуба звичайного за інтенсивністю плодоношення на КНП №5 наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

Розподіл частки дерев дуба звичайного за інтенсивністю плодоношення на КНП № 5 у розрізі фенологічних форм

Феноформа	Бал інтенсивності плодоношення, %						Всього
	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	
Р	0,0	0,0	0,0	4,2	2,8	0,0	7,0
РПр	1,4	1,4	2,8	1,4	1,4	0,0	8,3
Пр	4,2	11,1	8,3	12,5	1,4	0,0	37,5
ППр	8,3	8,3	6,9	9,7	2,8	0,0	36,0
П	0,0	5,6	2,8	2,8	0,0	0,0	11,2
Всього	13,9	26,4	20,8	30,6	8,3	0,0	100,0

Найбільшу частку мали дерева проміжної (37,5%) та пізньої проміжної форми (36,0%). Частка дерев пізньої форми становила 11,2%. Частки дерев ранньої та ранньої проміжної форм - 7,0 та 8,3% відповідно. [5]

У найбільшій частки дерев (30,6%) було зафіксовано плодоношення інтенсивністю 3,0 бали. Відсоток дерев, що отримали 1,0 та 2,0 бали, був трохи нижчим – 26,4 та 20,8% відповідно. Частка дерев, що отримала 4,0 бали становила 8,3%. Найвищий бал плодоношення не був зафіксований у жодного дерева. 13,9 % дерев на ділянці не плодоносили.

Середній бал плодоношення на КНП № 5 становив близько 2,0 балів. Найбільші середні бали плодоношення 3,4 та 2,0 отримали відповідно дерева ранньої та ранньої проміжної феноформ. Середній бал плодоношення дерев решти феноформ був в межах 1,7-1,9 балів.

Отже, за результатами обстежень на клонових плантаціях дуба звичайного встановлено, що інтенсивність цвітіння на плантації становила у середньому близько 3,0-3,5 балів. Окремі дерева характеризувалися рівнем утворення суцвіть у 5 балів. Вплив пізніх весняних заморозків а також несприятливі погодно-кліматичні умови призвели до опадання суцвіть та новосформованих зав'язей. У зв'язку із цим рівень утворення зав'язей становив близько 2,5-3,0 балів. Вплив несприятливих погодно-кліматичних умов призвів до зниження урожайності дерев дуба. [4, 8]

Інтенсивність плодоношення дуба звичайного у 2022-му році у порівнянні із 2018-им роком було дещо вищим (0,66 балів у 2018-му році, 1,29 балів – у 2022-му році). Середній бал плодоношення у 2018 та 2022-му роках був найвищим (1,90) на ділянці із масимальним зрідженням клонів (видалення по 2 ряди клонів через ряд, ділянка 7). Різниця за середнім балом плодоношення на ділянках без зрідження та з інтенсивним зрідженням становила 1-ин бал.

У розрізі фенологічних форм найвищим балом насінношення у 2018-му році характеризувалися здебільшого пізні проміжні фенологічні форми (середній бал плодоношення 0,40-2,21). Пізні фенологічні форми відрізнялися низьким рівнем насінношення (0,19-0,73 бали). У 2022-му році найвищою репродуктивністю характеризувалися пізні проміжні та ранні фенологічні форми (бал плодоношення 0,94-2,81). Проміжні фенологічні форми відрізнялися найнижчим рівнем насінношення у 2022-му році. Поряд із цим на ділянках із середнім та інтенсивним зрідженням (ділянки 6, 7) інтенсивність утворення жолудя у проміжних фенологічних форм був вищим на 1-1,9 бали.

**Висновки.** У 2012–2022 роках проведено чергові обліки збереженості клонів на плантації. На ділянці відмічено високий рівень збереженості, який складає 94,8%. За початкової кількості 413 клонів загинуло 22. Загальний відпад клонів у розрізі представництв становив 1–4 дерева. Найвищий відпад був характерний для клонів: E2312 (33,3%), E2257 (20,0%) K801 (20,0%). Більша частина клонів, у тому числі потомства місцевого походження,

характеризуються 100% збереженістю. Інші частина клонів характеризується незначним відпадом – у межах 7–8%.

Регулярні спостереження за формуванням репродуктивних органів на плантації проводилися з 1994–1996 рр. по 1999 р. та впродовж 2011–2022 рр. За результатами подеревного обліку утворення макростробілів 2010–2022 рр, виявлено стабільно високий урожай клонів Е80, Е709, Е2209, К 818 та місцевої популяції

Окремі клони із вкрай низьким рівнем репродукції у попередній період характеризуватися значним зростанням урожайності у наступні роки (Е636С). Середня інтенсивність утворення шишок впродовж останніх років коливалася у межах 0,6–2,0 балів.

За останні роки стан клонів дещо погіршився. Середня категорія стану зросла з 1,3 до 1,7. Клони Е80 і Е2125 (категорія стану 1.2) перебувають у найкращому стані, як і місцеві контролю. Стан клонів Е1591, Е2257, К684, К801, К818 та К912 значно гірший. Спостерігається тенденція щодо стану дерев у насадженнях. Місцеві популяції перебувають у кращому стані, тоді як клони фінського походження мають дещо вищі показники дефоліації та знебарвлення.[8]

#### Список використаних джерел

1. Білоус В.І. Дуб звичайний в лісах України: монографія. Вінниця: Книга-Вега, 2009. 176 с.
2. Гайда Ю.І. Лісівничо-екологічні основи збереження і сталого використання лісових генетичних ресурсів Західного регіону України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2012. 40 с.
3. Мажула О.С. Ключові моменти розвитку лісового насінництва в Україні. Лісівництво і агролісомеліорація. 2008. № 112. С. 132–134.
4. Мажула О.С. Репродуктивні характеристики родинних і клонових насінних плантацій сосни звичайної. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2006. № 109. С. 152–156.
5. Нейко І.С., Монарх В.В. Особливості цвітіння, формування зав'язей та плодоношення дуба звичайного на клоновій плантації в умовах Вінниччини. *Вісник Уманського Національного університету садівництва*. 2017. № 1. С. 101–104.
6. Нейко І.С., Смашнюк Л.В., Лось С.А., Колчанова О.В., Єлісавенко Ю.А. Динаміка формування генеративних органів дуба звичайного на клоновій плантації в умовах Вінниччини. *Лісівнича наука у контексті сталого розвитку*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 29-30 вер. 2015 р. Харків: УкрНДІЛГА, 2015. С. 160–162.
7. Нейко І.С., Юрків З.М., Смашнюк Л.В., Богословська М.С., Єлісавенко Ю.А. Оцінювання впливу погодно-кліматичних чинників на стан та насінноношення ялини європейської фінського походження на клоновій плантації в умовах Вінниччини. *Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць*. 2016. № 26 (5) С. 140–146.

8. Фурдичко О.І., Нейко І.С. Екологічні чинники формування насінневої продуктивності клонових плантацій дуба звичайного (*Quercus robur* L.) в умовах Правобережного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 6–14.

**Олександр МИКИЧУР<sup>7</sup>**,  
студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЕКОЛОГІЧНІ ВЗАЄМОВІДНОСИНИ МІЖ КОМАХАМИ ТА РОСЛИНАМИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЕКОСИСТЕМ**

***Анотація.** У статті був проведений аналіз щодо складності взаємодії між комахами і рослинами у природних екосистемах і їх вплив на біорізноманіття. Стаття розглядає різноманітні аспекти цих взаємодій, включаючи механізми запилення, адаптаційні стратегії комах і рослин, а також вплив глобальних факторів, таких як зміни клімату і втручання людини, на ці взаємодії. Аналізуються екологічні переваги, які рослини отримують завдяки комахам-опилювачам, і як це впливає на розподіл видів та функціонування екосистем.*

***Annotation.** The article analyzed the complexity of interactions between insects and plants in natural ecosystems and their impact on biodiversity. The paper examines various aspects of these interactions, including pollination mechanisms, adaptive strategies of insects and plants, and the impact of global factors such as climate change and human intervention on these interactions. The ecological benefits that plants receive thanks to pollinating insects and how this affects the distribution of species and the functioning of ecosystems are analyzed.*

***Вступ.** Біорізноманіття є однією з основних складових природного світу, і воно завжди було об'єктом не лише наукового зацікавлення, а й практичного важливості для збереження екосистем та забезпечення життєвого простору для всього живого на Землі. Усі живі істоти, будучи співзалежними одне від одного, створюють величезну мережу взаємодій, яка визначає структуру та функціонування біологічних систем.*

*Серед цих взаємодій, екологічні взаємодії між комахами та рослинами займають особливе місце у природних екосистемах. Комахи, будучи численною та різноманітною групою організмів, відіграють ключову роль у забезпеченні опилення рослин, розповсюдженні насіння і регулюванні популяцій рослинних*

---

<sup>7</sup>Науковий керівник: канд. с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

видів. У свою чергу, рослини надають комахам житло, харч та інші ресурси, необхідні для їхнього існування та розмноження. Ці взаємодії створюють складні мережі в екосистемах та мають безпосередній вплив на біорізноманіття.

Ця наукова стаття спрямована на дослідження екологічних взаємодій між комахами та рослинами та їх впливу на біорізноманіття екосистеми. Ми розглянемо різноманітні аспекти цих взаємодій, включаючи механізми опилення, адаптаційні стратегії організмів та важливість цих взаємодій для збереження природного різноманіття. Дослідження екологічних взаємодій між комахами та рослинами є важливим кроком у нашому розумінні функціонування природних екосистем та у зусиллях збереження природного багатства для майбутніх поколінь.

**Виклад основного матеріалу.** Стійкість природних екосистем нашої планети та добробут людства в значній мірі залежать від різноманітності видів. Чим більше видів існує в екосистемі, тим вище її стійкість до різних негативних впливів, таких як зміни погоди, поява агресивних іноземних видів, або зміни в навколишньому середовищі. Дослідження свідчать, що регіони з високим рівнем біорізноманіття володіють багатшими природними ресурсами, а також здатні швидше впоратися з наслідками стихійних лих.

Важливо також враховувати, що всі живі організми в екосистемі підтримують складні харчові зв'язки. Якщо втрачається один вид, існує велика ймовірність того, що інший вид може взяти на себе його функції. Проте, в разі недостатньої кількості видів, ця екологічна ніша може залишитися не заповненою, що призводить до дисбалансу в екосистемі. Цей дисбаланс починає рости, якщо втрачаються ще більше видів [1].

Наприклад, втрата одного дерева в лісі може призвести до втрати сотень комах, які споживали це дерево або використовували його як прихисток. Крім того, в результаті втрати цього дерева в лісовому біотопі втрачаються сотні кілограмів корисних речовин, які могли б стати поживним середовищем для інших рослин. Також, якщо зникнуть бджоли, це може призвести до втрати врожаю квітів і фруктів, які залежать від запилення цими комахами, і це становить 90% всіх рослин [3]. (Рис. 1)



**Рис. 1** Процес запилення

Коли бджола приземлюється на квітку, вона вступає в спеціальні взаємовідносини з рослиною, які можна назвати симбіозом. Бджола допомагає запилювати квітку, переносячи пилок, і в обмін отримує нектар. Цей обмін корисний для обох сторін і сприяє розмноженню квіткових рослин. Після того, як запилення відбулося, квіти припиняють виробляти нектар і закликають бджолу завершити "банкет". Вони можуть це робити різними способами, наприклад, перестають виділяти аромат, змінюють свій колір, або закривають пелюстки. Це для нас може виглядати як зів'яння квітки, але для бджоли це сигнал переходу до іншого джерела їжі. Важливо зазначити, що зменшення кількості комах-запилювачів, зокрема бджіл, в останні роки є серйозною проблемою. Близько 70% квіткових рослин залежать від цих комах, і близько 30% рослин, які ми споживаємо, також запилюються бджолами [3].

Взаємодія мурашок із рослинами також є вигідною для обох сторін. Рослини надають мурашкам притулок та харчі, а мурашки допомагають запилювати квіти, розносять насіння рослин, сприяють збору поживних речовин і навіть функціонують як захисники від трав'яних комах і хижаків. Деякі види мурашок, які живуть у порожнистих коліночках акацій, навіть борються з повзучими рослинами, які намагаються обвити дерево. За цю взаємодію акація винагороджує своїх "садівників" солодким нектаром (Рис. 2).



*Рис. 2 Мурашки Листорізи*

Багато трав'яних тварин, такі як дровоїди та дорослі японські жуки, активно харчуються частинами рослин та використовують свою рухливість для переходу між різними рослинами. Проте деякі трав'яні комахи мають стадії свого життя (зазвичай личинки, такі як мінери листя, смарагдові попелясті жуки тощо), які залишаються нерухомими, коли вони переходять на нову рослину-господаря. Вони можуть розглядатися як паразити, оскільки живляться виключно однією рослиною-господарем. (Рис. 3)

Більшість тварин, які харчуються рослинами, є споживачами. Вони видаляють і споживають частини рослини, частково подрібнюють їх і перетравлюють у своїх травних системах, а потім виділяють неперетравлені залишки в навколишнє середовище. Грейзери, навіть здатні знизити

врожайність сільськогосподарських культур, але рідко призводять до повного знищення рослини, яку вони їдять. Це стосується переважно їхньої спеціалізації на конкретних частинах рослини, зазвичай на листях. Крім того, рослини здатні замінювати втрачені органи або їх частини.



*Рис. 3 Японські жуки на листках персика*

Рослинний матеріал, зазвичай не має великої харчової цінності, проте якість харчування може значно змінюватися в залежності від того, яка частина рослини споживається. Кількість живих клітин у рослинному матеріалі важлива для харчової цінності, оскільки мертві клітини, як правило, не є харчовими для більшості травоядних тварин і складаються переважно з клітинних стінок, які не перетравлюються. Багато травоядних тварин спеціалізуються на одній з тканин, але є також універсальні травояди, які можуть споживати кілька видів тканин, таких як стебла, листя та меристеми.

Комахи і рослини відіграють важливу роль в збереженні біорізноманіття та функціонуванні наземних екосистем. Фактично, ці дві групи організмів є домінуючими на нашій планеті: рослини становлять приблизно 80% біомаси Землі, а комахи є найбільшою групою серед тварин. Тому важливо досліджувати, як змінюються взаємодії між цими двома групами організмів у відповідь на глобальні зміни в природному середовищі. Це особливо актуально сьогодні, коли людська діяльність призводить до серйозного порушення екосистем по всьому світу.

Незважаючи на стрімке зменшення популяцій комах у сучасний час, вони зараз в середньому завдають удвічі більше пошкоджень рослинам, ніж будь-коли протягом останніх майже 70 мільйонів років. Дослідники відзначили, що комахи наносять рослинам більше шкоди в періоди зі збільшеною середньою щорічною температурою, що може сприяти зростанню популяцій комах. Цей паттерн спостерігався не лише в сучасному часі, а й у минулих епохах з аналогічними температурними показниками, але в той час комахи завдали рослинам менше шкоди. Це свідчить про те, що окрім температурних змін, існують інші фактори в сучасному світі, які призводять до збільшення поїдання



рослин. Вчені розглядають можливість впливу таких чинників, як збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері, процес урбанізації, поширення інвазійних видів або зменшення біорізноманіття [2].

Взаємодія між комахами та рослинами та їх вплив на біорізноманіття екосистеми є ключовим фактором у функціонуванні природних середовищ. Проте, людська діяльність суттєво модифікує цей процес. Розширення сільськогосподарських угідь, лісозаготівля, міська забудова та інші форми втручання призводять до втрати природних місць і зниження біорізноманіття. Глобальні зміни клімату викликають розподіл і властивості рослин і комах, а використання хімічних пестицидів може шкодити корисним видам комах і рослинам. Інтродукція інвазивних видів і зміни використання землі також впливають на ці взаємодії. Однак люди можуть також вживати заходи для збереження біорізноманіття і відновлення екологічної рівноваги. Управління природним середовищем і збереженням біорізноманіття стають критичними завданнями для забезпечення стійкості взаємодії комах та рослин у майбутньому [4, 5].

Отже, людська діяльність впливає на взаємодію комах і рослин, і залежить від наших дій, яким буде цей вплив. Збереження біорізноманіття та природних екосистем вимагає усвідомлення цього впливу і прийняття заходів для забезпечення стійкості цих взаємодій у майбутньому.

**Висновок.** У даній статті я намагався розкрити складність та важливість екологічних взаємодій між комахами та рослинами та їх вплив на біорізноманіття екосистеми. Ці взаємодії виявляються ключовими факторами, які формують структуру та функціонування природних спільнот. Запилення, взаємодія за допомогою хімічних сполук та інші процеси між комахами та рослинами мають величезне значення для забезпечення життєвого циклу багатьох видів і для збереження природного різноманіття.

Спостереження та дослідження цих взаємодій підкреслюють важливість збереження природних екосистем в їхній непорушеній формі. Ми бачимо, як зміни клімату та людська діяльність можуть порушувати ці екологічні взаємодії та впливати на розподіл видів.

Дослідження вказує на те, що збереження біорізноманіття та відновлення природних ресурсів вимагає комплексного підходу та урахування взаємодій між всіма складовими природних спільнот. Збереження цих взаємодій допоможе забезпечити стійкі та функціональні екосистеми для майбутніх поколінь та підтримати біорізноманіття нашої планети.

Також необхідно продовжувати дослідження в галузі екологічних взаємодій між комахами та рослинами, щоб краще зрозуміти ці процеси та розробити стратегії для їх збереження та підтримки. Наукова спільнота та суспільство в цілому мають віддати належну увагу цій темі та вжити необхідних заходів для збереження різноманіття природи, яке є джерелом життя та джерелом незгасаючого натхнення для нас усіх.

### Список використаних джерел

1. Що таке біорізноманіття, чому його треба берегти та як це роблять в Україні! URL <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/shho-take-bioriznomanittya-chomu-jogo-treba-beregti-ta-yak-ce-roblyat-v-ukraini/> (дата звернення 14.09. 23 р.)
2. Комахи минулих епох завдали менше пошкоджень рослинам, ніж сучасні. URL <https://nauka.ua/news/komahi-z-minulih-epoh-zavdali-menshe-poshkodzhen-roslinam-nizh-suchasni> (дата звернення 14.09. 2023 р.)
3. Рудська Н. О. Формування видового складу запилювачів та їх вплив на насінневу продуктивність рослин люцерни у Правобережному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2018. Вип. 62. С. 206–215.
4. Thompson, J. N. 2019. *The Coevolutionary Process*. University of Chicago Press. №12.p. 42–54.
5. Bronstein, J. L. 2018. Our Current Understanding of Mutualism. *The Quarterly Review of Biology*, 69 (1), 31–51.

**Катерина МОРОЗ<sup>8</sup>**,  
студентка 4-го року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового-господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА ГРУНТІВ КАЛІНІВЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

***Анотація.** У статті подана характеристика умов розташування Калинівської територіальної громади. Проаналізовано економічний рівень розвитку територіальної громади. Досліджено тип ґрунту, що поширений територією Калинівської територіальної громади та його основні показники родючості, що сприятимуть вирощуванню на ньому різного роду сільськогосподарських культур, що будуть давати високу урожайність.*

***Annotation.** The article describes the location conditions of the Kalyniv territorial community. The economic level of development of the territorial community is analyzed. The type of soil common in the territory of the Kalyniv territorial community and its main fertility indicators, which will contribute to the cultivation of various types of agricultural crops on it, which will give a high yield, have been studied.*

***Вступ.** Калинівська територіальна громада розташована на півночі Вінницької області, вздовж берегів річок Південний Буг і Жердь. Територією також протікають річки Згар, Десна, Снивода та Постолова, що належать до басейну Південного Бугу. Територія району відноситься до лісостепової зони.*

---

<sup>8</sup>Наук. керівник: к. с.-г. н., асистент кафедри екології та ОНС ВНАУ Оксана Врадій.

Ґрунти переважно чорноземи з низьким і середнім вмістом гумусу, але також поширені підзолисті. Клімат помірно континентальний. Калинівська територіальна громада розташована на Придніпровському плато. Район являє собою рівнину з абсолютною висотою від 240 до 290 м, розділену мережею річок і струмків. У географічному та структурному відношенні ця територія розташована в західній частині Українського кристалічного масиву. Калинівський район утворено у 1923 році [1].

**Виклад основного матеріалу.** Територіально район межує на півночі з Козятинським, на північному заході з Хмельницьким, на південному заході з Літинським, на півдні з Вінницькою, на південному сході з Липовецьким районом та на сході з Погребищанським районом. Адміністративний центр району – смт Калинівка, розташоване поблизу районного центру, за 26 км від Вінниці. Територія району становить 1096 км<sup>2</sup>, що становить 4,2 % площі (рис. 1) [2].



**Рис.1. Карта Калинівської територіальної громади**

В області широко поширені природні мінеральні будівельні матеріали: глина, пісок, мул, граніт. Виявлено гранітні копальні біля сіл Іванів, Гушчинці, Писарівка, Черепашинці, каолінові копальні біля сіл Байківка та Грушківці. У граніті Іванівського рудника міститься 25-30% цінних гранітних мінералів. На території Калинівської громади розташовані два заказники для охорони високопродуктивних еталонних насаджень сосни, розташованих у Калинівському лісі. Зоологічна пам'ятка природи «Боброве поселення» створена для збереження рідкісних хутрових тварин на річці Згар. У селі Дружелюбівка є парк площею 12 га – пам'ятка садово-паркового мистецтва «Саджавка», створений для збереження старого парку, закладеного наприкінці

XVIII ст. Найбільше село району – Іванів із населенням 5,1 тис. осіб. і Павлівка з 4 тис. чол. чол., Корделівка – 3,4 тис. чол., Гущинці – 2,7 тис. чол., Піків – 2,5 тис. чол., Сальник – 1,8 тис. чол. За статистичними даними, у 58 населених пунктах проживає 58,3 тис. осіб.

Створено об'єднану територіальну громаду (ОТГ) у складі Калинівської міської ради та Дружелюбівської сільської ради. Калинівський район має багатопрофільний промисловий комплекс, першим з яких є харчова промисловість. До складу промислових підприємств району входять шість галузей промисловості, в основному харчова, машинобудівна та металообробна, деревообробна, освітлювальна та гірничодобувна. Район спеціалізується на виробництві харчових продуктів. Питома вага виробництва споживчих товарів в області у загальному обсязі промислового виробництва становить 65,9%. За характером виробництва Калинівщина відноситься до аграрно-промислової зони. Родючість ґрунту за вмістом гумусу в середньому становить 56 балів. Площа території 108578 га, в тому числі: Сільськогосподарські угіддя – 82861 га, в тому числі рілля – 70327 га. В користуванні сільськогосподарських підприємств району – 51104 га орної землі, особистих селянських господарств та орендованих ними земель – 14556 га, сільськогосподарських закладів – 2590 га. Земля включає: лісову площу – 14552 га, площа ставка – 2023 га, площа садів – 1243 га, площа пасовищ – 6890 га, площа сінокосів – 4433 га. Основною спеціалізацією сільськогосподарських підприємств всіх форм власності в рослинництві є вирощування зернових культур (озима та яра пшениця, ярий ячмінь, кукурудза, горох, гречка) і технічних культур (цукрові буряки, соя, соняшник, озимий ріпак), в тваринництві – виробництво м'яса, молока та яєць. Сільськогосподарську діяльність на території району здійснює агроформування, в т.ч. сільськогосподарських виробничих кооперативи – 2, приватних підприємств – 9, товариств з обмеженою відповідальністю – 15, дослідних та державних сільгоспідприємств – 5, селянсько-фермерських господарств – 47. Крім того, одноосібних господарств нараховується 17,9 тисяч [3].

Ґрунти Калинівської міської територіальної громади Вінницької області відносяться до родючих. Основними типами ґрунтів є чорноземи. На них припадає понад 70% усіх змін землі. З них чорнозем типовий займає площу 505,6 га, що становить 34,0% структури земельного покриву господарства.

Чорноземи, як правило, є найродючішими ґрунтами в помірних зонах. Жоден інший вид ґрунту не може забезпечити рослинам стільки поживних речовин і створити умови для росту та розвитку рослин, як чорнозем. До них належать глибокі ґрунти (загальна потужність шару Н+Nr (80-120 см) і неглибокі ґрунти (70-80 см), з низьким вмістом гумусу (вміст гумусу у верхньому шарі до 6%) і середньосуглинистий ґрунт. (6-9% гумусу). У ґрунтовому покриві переважають глибокі та слабкі чорноземи (структури) з низьким вмістом гумусу. Вони найбільш характерні для західного Лісостепу та його різновидів. Інші типи зустрічаються лише сегментами. За механічним складом чорноземи в основному легкі, рідше важкі. Вони мають значні запаси

гумусу (4-5% у низькогумусних і до 6-8% у середньогумусних), сумарно високі запаси елемента живлення. Вміст рухомих поживних речовин рідко змінюється залежно від рівня агротехніки, вологості та інших характеристик. Рівень забезпеченості рухомим фосфором загалом помірний, калієм – від середнього до низького.

Чорнозем відносно багатий на азот, має високий вміст гумусу, чітко виражений процес нітрифікації. Відносно невелика присутність карбонатів кальцію і магнію зумовлює нейтральну або слаболужну, майже нейтральну реакцію ґрунтового розчину в гумусовому шарі цих ґрунтів (рН сольової витяжки 6,3). Гідролітична кислотність чорнозему глибокого дуже низька – в середньому 1,3 мг-екв. у шарі ґрунту та 0,3-0,6 мг-екв. на 100 г ґрунту на глибині 50-70 см, кількість основи поглинання висока – 30,1 мг-екв. на 100 г ґрунту в гумусовому шарі, а тому рівень насиченості основами тут становить 96%. Найбільшу площу господарства займає Чорнозем Золотий – 574,0 га, або 38,6% структури. Колір його сіро-коричневий, з добре вираженою призматичною структурою волоського горіха, колоїдні потоки, що стікають по поверхнях структурного заповнювача карбонату кальцію, змиваються на глибину 120 см. Чорноземи опідзолені займають басейни великих річок і найбільш оголені схили. і гірські райони. Серед усіх опідзолених ґрунтів ці ґрунти є найбільш родючими і придатними для механізованого землеробства. З темно-сірими опідзоленими ґрунтами вони належать до однієї агровиробничої групи, тому всі заходи поліпшення однакові. Ґрунти цієї агровиробничої групи містять у верхньому шарі 3,0-4,0% гумусу, а з глибиною кількість гумусу зменшується. Забезпеченість рухомими формами фосфору і калію в цілому помірна, на третині ґрунтів низька. Реакція ґрунтового розчину слабокисла, майже нейтральна (засолення рН 5,6), тому в деяких випадках потрібно лише вапно. Загальна кількість основи, поглиненої середнім шаром ґрунту, еквівалентна 21,6 мг-екв. на 32100 г ґрунту з низьким гідрологічним показником кислотності (2,6 м<sup>2</sup> на 100 г ґрунту). Базовий рівень насичення перевищує 90%. Темно-сірі опідзолені ґрунти займають площу 224,5 га, що становить 15,1 %. Темно-сірі опідзолені ґрунти займають більш рівнинні ділянки у вузьких басейнах річок і пологі схили в центральних і південних районах. Ці ґрунти менш схильні до опідзолювання, ніж ясно-сірі та світло-сірі ґрунти, у їх формуванні більшу роль відіграє процес чорноземного ґрунтоутворення. За вмістом гумусу і поживних речовин темно-сірі опідзолені ґрунти дуже нагадують опідзолені, тому їх розглядають разом. Найменше в господарстві поширені сірі опідзолені ґрунти – лише 182,9 га, або 12,3% [4].

Сірі опідзолені ґрунти мають походження, подібне до ясно-сірих. Вони дещо менше опідзолені та вилужені, алювіальний горизонт у генетичному записі відсутній, вихідна порода починається на глибині 120-130 см. За механічним складом сірі опідзолені ґрунти переважно легкосуглинкові, є також середньогумусні та важкогумусні. У їхньому складі переважає велика частка пилу (50-60%) і дуже мало піску, що надає їм вигляд важчого механічного складу. Сірі опідзолені ґрунти глибоко і сильно вилужені від карбонату

кальцію. Реакція ґрунтового розчину в гумусово-мулистому шарі помірно- або слабокисла (рН сольового розчину 4,0–5,5), лише 1/3 ґрунту має реакцію, близьку до нейтральної (рН 5,6–6,5), тобто. результат вапнування і внесення добрив. Поглинання основи було низьким (13,2 мг-екв на 100 г ґрунту), а гідролітична кислотність була відносно низькою (22,9 мг-екв на 100 г ґрунту). Базова насиченість 83,2%. Описані ґрунти відносно бідні на гумус, вміст гумусу в алювіальному шарі становить лише 1,5 2,2 %. Вони також не забезпечуються достатніми поживними речовинами в рухомій формі. Половина цих площ забезпечена фосфором дуже слабо, третина – середньо, а калієм – трохи краще. Ґрунт не має структури, ймовірно затоплений і покритий кіркою. Цьому також сприяє недостатнє насичення ґрунту кальцієм. Щільний, ущільнений і в'язкий алювіальний шар ґрунту ускладнює проникнення кореневої системи рослин у нижні шари та погіршує водно-повітряний режим ґрунту. Низька забезпеченість поживними речовинами, особливо азотом і фосфором, а також низький вміст гумусу свідчать про необхідність внесення великої кількості органічних і мінеральних добрив [5].

**Висновок.** Україна має надзвичайне багатство – майже 60% площі країни займає чорноземний ґрунт, якому немає рівних за характеристиками коренеплоду, властивостями, репродуктивним потенціалом і придатністю для вирощування найрізноманітніших сільськогосподарських культур. Водночас урожайність чорнозему нижча, ніж у країнах Західної Європи. Проте, ми повинні підтримувати родючість наших ґрунтів для розвитку всіх аспектів країни в сферах економіки, екології та інших. Отже, на території Калинівської територіальної громади можливе інтенсивне ведення сільськогосподарської діяльності за рахунок родючих ґрунтів.

### Список використаних джерел

1. Ткачук О.П., Гарник О.І. Агроекологічні особливості ґрунтів Хмельницького району. *Збірник наукових праць Всеукраїнської міжвузівської науково-практичної конференції студентів та магістрів «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення» ВНАУ*. 2012 року. С. 33, 34.
2. Разанов С.Ф. Екологічна та техногенна безпека. Навчальний посібник для вивчення дисципліни. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2013. – 125 с.
3. Ткачук О.П. Моніторинг довкілля: курс лекцій та практичні заняття: навчально-методичний посібник. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2014. 418 с.
4. Ткачук О.П. Зміна показників родючості ґрунту внаслідок його забруднення викидами автотранспорту. Інновації в сучасній агрономії: збірник наукових праць Міжнародної наукової конференції молодих учених. 26-27 травня 2016 р. Вінниця. С. 5 – 7.
5. Березовський В. Запорізька область : Ілюстрована енциклопедія. К: Дике поле, 2022. 287 с.

**Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ<sup>9</sup>,**  
Студент 2-го курсу,  
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВІЙНА ЗНИЩУЄ ҐРУНТИ УКРАЇНИ**

***Анотація.** У даній статті було розглянуто проблему впливу воєнних дій на стан ґрунтів в Україні. Вся увага зосереджена на важливості ґрунту, як природного ресурсу та можливості порятунку ще не деградованих і не знищених сільськогосподарських угідь. Також наведено беззаперечні дані про екологічні злочини РФ, знищення та забруднення ґрунтів через військові дії, включаючи використання ракет, важкої техніки, мінної вибухівки та хімічних речовин, описано наслідки цих дій. Ця стаття обов'язковим чином містить в собі інформацію про практичні дії, які можна вжити для порятунку ґрунту та відновлення його родючості. Дана студентська робота є актуальною та робить важливий внесок у розуміння сучасних наболілих проблем нашої держави, пов'язаних із впливом війни на екологію, а відтак на ґрунти та в цілому – на сільське господарство України, і закликає до спільних зусиль для вирішення відповідних проблем.*

***Annotation.** This article discusses the impact of military operations on soil conditions in Ukraine. All attention is focused on the importance of soil as a natural resource and the possibility of saving agricultural land that has not yet been degraded or destroyed. The article also provides indisputable evidence of environmental crimes committed by the Russian Federation, the destruction and contamination of soil due to military actions, including the use of missiles, heavy equipment, mine explosives and chemicals, and describes the consequences of these actions. This article necessarily contains information on practical actions that can be taken to save the soil and restore its fertility. This student work is relevant and makes an important contribution to understanding the current pressing problems of our country related to the impact of the war on the environment, and thus on the soil and, in general, on agriculture in Ukraine, and calls for joint efforts to solve the relevant problems.*

***Вступ.** Через повномасштабне російське вторгнення у нашому медіапросторі дедалі частіше можна почути слово «екоцид». Це новітня зброя армії окупанта, яку він застосовує на українських теренах, аби викликати колапс екологічної катастрофи. Одним з найбільш постраждалих компонентів навколишнього середовища внаслідок воєнного конфлікту – є ґрунт. Важливий природний ресурс, який забезпечує продуктивність сільськогосподарських угідь, піддається знищенню та забрудненню через дії російських військ.*

---

<sup>9</sup>Науковий керівник – Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

ДЕІ за період війни зафіксувала більше ніж 2,3 тисяч випадків уражень довкілля, на відновлення його за розрахунками фахівців необхідно понад 2 трильйони гривень [1].

Чому так важливо є висвітлювати саме тему екоциду ґрунтів та їх забруднення? Забруднений та знищений ґрунт є небезпечним для вирощування сільськогосподарської продукції, що є загрозою для відповідності високим критеріям якості агропродовольчого сектору держави та експорту продукції закордон. Наразі ~30 % земель в Україні вважаються зоною високої загрози для землеробства. Найголовнішим фактором загрози є порушення структури ґрунтів, головним чином через механічну деформацію, термічне та хімічне забруднення, а також захащення поверхні (воєнною технікою, снарядами, вибуховими сумішами та іншими компонентами зброї). Про це потрібно говорити, на цю тему потрібно робити наукові дослідження, відтак обов'язковим є пошук способів до вирішення цього нагального еколого-агрономічного питання.

Усі вищевказані тези та фактори свідчать про те, що війна в Україні має серйозний екологічний вимір, в якому роль забруднення ґрунту – посідає чи не найголовнішу роль. У статті розглянуто наслідки цієї екологічної кризи та способи її подолання.

**Виклад основного матеріалу.** Щоб розуміти ситуацію в цілісності, треба розпочати з того, який стан ґрунту був до війни. Зважаючи на те, що за останнє сторіччя наші ґрунти втратили приблизно 30% гумусового складу, війна продовжує впливати на цей пагубний процес. Через ерозію в Україні 4 млн. гектарів ґрунту було деградовано, що складає 0,7-0,8 % від усього родючого ярусу ґрунту. По підрахункам International Finance Corporation, за останнє двадцятиріччя, ще до початку війни через природні негоди та катаклізми українські аграрії зазнали понад 2 млрд. доларів збитку. Соціологічні дані серед фермерів показали, що у 2021 р. (за рік до повномасштабного вторгнення) 51 % всіх опитаних вже могли наочно спостерігати за збідненням своїх ґрунтів. За оцінками фахівців з Національної академії аграрних наук, ще до розпаду самої війни і початку масштабних бойових дій та терористичних актів рівень розораності ґрунтів в Україні сягав – 54 %, в декількох областях цифра перевищувала позначку 70 %. Дані показники є наслідком того, що була відсутня стратегія у раціональному землекористуванні, порушувалися принципи землеробства, екологічна рівновага [2, 3].

Війна в Україні не починалася у 2022 році, вона була розпочата ще у 2014 році (Донбас, Крим). З цього можна зробити висновок, що злочини проти довкілля росіяни розпочали з того моменту, коли почали масовані обстріли градами та іншими ракетними комплексами власне по території Донбасу. Як відомо, найбільшою проблемою для екології після початку АТО на Донбасі стало затоплення шахт, що стало наслідком подальших деградаційних процесів ґрунту: просідання, засоленість, заболоченість поверхні.

Родючість ґрунту почала значно знижуватися з 2014 р. внаслідок протруєння землі компонентами підірваних снарядів, ця зброя містила тяжкі



метали, які є не засвоєваними грунтами (за пробами київських волонтерів-екологів у 2017-2019 рр. аномально підвищений вміст цинку, ртуті, свинцю, арсену, нікелю, вміст фону цих елементів більший в 20-30 разів за допустиму норму). Крім цього, численні території там і по сьогоднішній день є замінованими, що є дуже великою проблемою. Це питання потребує комплексного пропрацювання, яке може зайняти значний часовий ресурс і людський потенціал, як вже зазначалося, стагнація та продовження військових дій унеможливує нормальний процес розмінування, відтак моніторингового аналізування стану землі та початку її реградації. У цьому питанні доктор сільськогосподарських наук, академік НААН Святослав Балюк влучно зазначає, що в першу чергу потрібно дати оцінку стану цих ґрунтів, дати їм відповідний статус, а вже потім шукати шлях до порятунку: на відновлення ушкоджених військовими діями земельних ділянок знадобиться багато часу, що вимірюватиметься десятиліттями, ба навіть століттями, це важкий процес [4].

Попри воєнні дії на Сході України до 2022 року, наша держава брала на себе забезпечення пшеницею ринків Африки, Азії та Близького Сходу, це не є прихованою інформацією. До війни у рамках гуманітарних програм ООН Україна брала на себе понад 40 % програми по забезпеченню голодуючих держав зерном, що, дійсно, вражає. Після 24 лютого ситуація перевернулася на 180 градусів, території держави частково окуповані, численні ділянки з родючими ґрунтами пошкоджені внаслідок військових дій, але попри це Україна та її дипломатична складова домоглася впровадження дії Чорноморської зернової ініціативи, так званий «зерновий коридор», який на сьогоднішній день – блокується РФ, але який в свій час встиг забезпечити світ майже 33 млн тоннами сільськогосподарської продукції – 9 млн тонн зерна, 17 млн тонн кукурудзи, 3,5 млн соняшникової продукції, 1,2 млн тонн ячменю, також соя, ріпак і інше збіжжя [5, 6].

Як зазначалося у статті, війна розпочата РФ у 2022 році – є безумовним злочином супроти людства та екології України. Як вказує Президент України Володимир Зеленський, що війна Росії проти України з початку війни нависла загрозою екоциду, тому з самого початку потрібно говорити про негайний захист екосистем, цитата: «Мільйон гектарів лісу спалені обстрілами. Майже 200 тисяч гектарів нашої землі забруднені мінами й снарядами, які не розірвалися. Десятки вугільних шахт затоплені, зокрема й шахта, у якій у 1979 році був здійснений підземний ядерний вибух. Це шахта «Юнком» у Донецькій області. Вона на окупованій Росією території. Затоплена вже кілька років саме через окупантів» [7]. Що вже казати про масові антисанітарні кладовища тварин, численні «могильники» для невинно убієнних людей та загиблих солдатів по дві сторони фронту... Все це беззаперечно б'є по станові наших ґрунтів. Це розуміють і наші фахівці, і фахівці з закордону. Україна сьогодні потребує екологічного порятунку як інколи раніше.

Беручи до уваги досвід Європи, яка досі бореться з наслідками I Світової війни, є зрозумілим, що на знищених землях після закінчення бойових дій сільське господарство буде неможливим. Після цієї війни посівна площа в

Європі скоротилися на 22,6% [8]. Досвід ж Франції показує, що 104 роки тому внаслідок бойових дій виділила понад 1000 квадратних кілометрів території, яка й донині вважається непридатною до будь-якої господарської діяльності, так звана «червона зона», або Зона Руж (фр. Zone Rouge) [9].

Україна щодня масово обстрілюється з дозволених та заборонених снарядів, все більше і більше територій піддаються замінуванню, воронки від авіабомб, робота артилерії, ущільнення ґрунту від важкої техніки, витіки нафтопродукції, «випалена земля». Все це прояви фізичного, хімічного та механічного впливу на ґрунт:

- Фізичний вплив: радіація, тепло, вібрація і струси (втрати гумусу, буферної здатності та родючості внаслідок використання потужної зброї та техніки);

- Хімічний вплив (такий вид потрібно розглядати з позиції забруднення потенційними токсично-хімічними елементами, таких як важкі метали, мастильні і паливні відходи, остатки вибухових речовин внаслідок детонацій);

- Механічний вплив (будь-яка руйнація структур ґрунту під впливом зсуву часточок одного ярусу відносно іншого під впливом воєнно-технічного навантаження, наприклад: рух техніки, підривання мін). [9]

Відтак найбільшої шкоди в зонах проведення бойових дій і вже на деокупованих територіях (Сумщина, Харківщина, Київщина) все ж таки завдало застосування важкої зброї (артилерія, мінування, ракети, танкові машини) яка, простими словами кажучи, наочно знищує ґрунт та й має здатність залишати після себе токсичні речовини та важкі метали (перевищують фонові значення у 30 разів), що згубно впливає на родючість землі, на стан мікробіоти у ній. Дослідженнями Інституту мікробіології та вірусології встановлено, що поля, де раніше вирощували органічну продукцію стали непридатними для використання, речовини та продукти їхнього розкладання, які були введені в ґрунт, внаслідок застосування такої зброї, спричинили серйозне забруднення ґрунту, як унеможлиблює забезпечення вирощування органічної та якісної продукції. Найбільший токсичний вплив лягає на пшеницю, соняшник, кукурудзу та конюшину. Забруднення ґрунту нафтопродуктами і паливно-мастильними матеріалами виникає через пересування та пошкодження військової техніки на суші, переліт літаків та ракет.

На початку війни росіянами була захоплена ЧАЕС і через деякий час поблизу атомної станції спалахнули лісові пожежі (22 березня 2022 року), що ймовірно було викликано умисним підпалом або наслідком запеклих боїв на тих територіях. Про шкоду таких пожеж годі й мовити. Як зазначалося вище, зумисність такого роду екологічного злочину підтверджується тим, що поряд від лісу знаходилася та сама атомна станція, яка була ушкоджена 1986 р. і наразі є законсервована під куполом. Горіння лісу в зоні відчуження вивільнило в атмосферу численну кількість радіоактивних речовин, які впродовж часу осіли на поверхню обласних території і разом з опадами були просочені в ґрунт.

Не можна не згадати про підри́в окупантами Каховської ГЕС. Одна з найбільших катастроф України екологічного характеру. Внаслідок цього беззаперечного екоциду разом з водою було змито верхні родючі шари ґрунтів на Херсонщині. Усі токсичні речовини які вимивалися зі сміттєзвалищ, захоронень скотини та людей, місця утилізації токсичних речовин, каналізацій тощо – все це течією перенесло в басейн Чорного моря, часина небезпечних речовин в силу своїх фізичних властивостей на шляху осідала та входила в підземні води. Доля відновлення родючого шару на пошкоджених регіональних територіях невідома. Питання реградації може бути законсервоване на сотні років, допоки ґрунт сам не почне природні процеси реградації [10].

Зважаючи на всю серйозність та критичність ситуації із забрудненням ґрунту, в Україні вже активно працюють українські та іноземні партнери над пошуком рішень для подолання цієї проблеми, яка виникла внаслідок військових дій.

Ці рішення базуються на кількох ключових кроках, спрямованих на ефективне відновлення пошкоджених ділянок:

1) *Розмінування території.* Початковим етапом є безпечне розмінування зони для забезпечення безпеки при подальших діях.

2) *Оцифрування ділянок.* За допомогою супутникових, безпілотних літальних апаратів (БПЛА) або наземного моніторингу проводиться оцифрування ділянок з прив'язкою до системи координат. Це дозволяє отримати точну картографічну інформацію про пошкоджені території.

3) *Відбір зразків та аналіз.* Забезпечується відбір зразків ґрунту у зоні враження та на прилеглих ділянках. Зразки аналізуються на вміст забруднюючих речовин, зокрема важких металів, що можуть становити загрозу для екосистеми та здоров'я людей.

4) *Прийняття рішення.* На основі аналізу визначається можливість відновлення ґрунту та ведення на ньому сільського господарства і подальшого цільового використання земельних ділянок.

5) *Очищення та відновлення.* Здійснюється очищення ділянок від джерела забруднення, уламків і інших матеріалів. Потім розпочинається процес відновлення ґрунту та відновлення родючості пошкоджених полів. [9]

Відносно більш конкретних стратегій. Однією з можливих стратегій є використання біоремедіації для зменшення кількості важких металів у ґрунтах. Цей підхід включає в себе використання рослин-концентраторів, які допомагають усунути забруднювачів з ґрунту шляхом розщеплення їх корінням або поглинанням та накопиченням в менш токсичній формі. Фітосанація та фітоекстракція стають важливими інструментами для цієї цілі. Національна академія аграрних наук України вдосконалила методи фітомеліорації та ремедіації виснажених ґрунтів через вирощування енергетичної культури - міскантусу гігантського [11].

Фітосанація передбачає обробку забруднених територій рослинами, які володіють високою здатністю до поглинання та розкладання забруднювачів. Це сприяє очищенню ґрунту та відновленню його стану. Фітоекстракція, в свою

чергу, передбачає висаджування рослин з великою біомасою, які накопичують важкі метали та інші забруднювачі у своїх пагонах. Після цього рослини збираються та безпечно утилізуються, допомагаючи зменшити забруднення ґрунту.

Окрім біоремедіації, для відновлення родючого шару ґрунту та зупинки його деградації можна застосовувати два основних підходи: рекультивацію та консервацію. Вибір конкретної технології залежить від різноманітних факторів, включаючи ступінь забруднення, цільове призначення та наявність ефективних та економічно вигідних методів [12].

На пошкоджених снарядами ґрунтах в перспективі має відбутися рекультивація з метою їх подальшого сільськогосподарського використання. Після розмінування та аналізу ґрунту з воронки чи вирви, виконується груба рекультивація (загортання землі бульдозерами), це спосіб ненадійний, він може призвести до зниження родючості ґрунту, і відновлення його може зайняти десятки років. Для земельних ділянок з високим рівнем пошкодження, який перевищує 75%, рекомендовано застосовувати консервацію. Консервація включає в себе часткове або повне виведення ділянки з господарської діяльності на визначений період часу, з метою відновлення природного середовища.

**Висновок.** Отже, рекультивація та фітосанація є найефективнішими інструментами для відновлення ґрунтів, пошкоджених воєнним шляхом. Проте найважливішу роль відіграють правильно підібрані стратегії та технології, які дозволяють забезпечити не лише відновлення ґрунтового покриву, але і збереження природного середовища для майбутніх поколінь. Після повернення контролю над нашими територіями та проведення розмінування полів, буде змога здійснити власні наукові дослідження та будуть надані конкретні та точні методики для того чи іншого випадку забруднення ґрунту.

### Список використаних джерел

1. Як зменшити вплив війни на ґрунти: веб-сайт. URL: <https://uafata.org.ua/yak-zmenshyty-vplyv-vijny-na-grunty/?amp=1> (дата звернення 14.03.2023)

2. Оздоровлення і відновлення ґрунтів після бойових дій: які можливі рішення для агросфери: веб-сайт. URL: <https://ukraine-oss.com/ozdorovlennya-i-vidnovlennya-gruntiv-pislya-bojovyh-dij-yaki-mozhlyvi-rishennya-dlya-agrosfery/> (дата звернення 21.09.2023)

3. Врятувати українську землю. Україна, війна, довкілля. Чи знає Захід про екологічні наслідки війни: веб-сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/11/700021/index.amp> (дата звернення 16.05.2023)

4. Поле болю: як бойові дії руйнують українські ґрунти: веб-сайт. URL: <https://eco.rayon.in.ua/topics/531138-pole-bolyu-yak-boyovi-dii-ruynuyut-ukrainski-grunty> (дата звернення 15.08.2023)

5. Наслідки війни в Україні можуть понад 100 років негативно впливати на врожайність: веб-сайт. URL: <https://www.agronom.com.ua/naslidky-vijny-v-ukrayini-mozhut-ponad-100-rokiv-negatyvno-vplyvaty-na-vrozhajnist/> (дата звернення 23.09.2023)
6. Зерновий коридор: крок до провалу чи продовження: веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3757321-zernovij-koridor-krok-do-provalu-ci-prodovzenna.html> (дата звернення 23.09.2023)
7. "Виклик для усього світу": Зеленський про екоцид РФ в Україні: веб-сайт. URL: <https://www.unian.ua/ecology/zelenskiy-ropoviv-pro-ekocid-rf-v-ukrajini-12046140.html> (дата звернення 29.11.2022)
8. Війна в Україні знищує ґрунти — як врятувати мертві землі: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/blog/925-viyna-v-ukrayini-znischuye-grunti--yak-vryatuvati-mertvi-zemli> (дата звернення 01.10.2023)
9. Пошкоджена земля: як відновити родючість ґрунту після бомбардувань та пожеж: веб-сайт. URL: <https://www.agrilab.ua/poshkodzhena-zemlya-yak-vidnovyty-rodyuchist-gruntu-pislya-bombarduvan-ta-pozhezh/> (дата звернення 01.10.2023)
10. Як війна впливає на родючість ґрунтів та якість їжі: веб-сайт. URL: <https://ecoaction.org.ua/vijna-vplyvaie-na-grunty.html> (дата звернення 02.10.2023)
11. План дій для ділянок полів, пошкоджених вибухами, горінням військової техніки: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/publishing/rassledovaniya/poshkodzhena-zemlya-yak-vidnoviti-rodyuchist-gruntu-pislya-bombarduvan-ta-pozhezh> (дата звернення 03.10.2023)
12. Чи можна вилікувати ґрунт від війни – відповіді на найпоширеніші запитання: веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1423-chi-mojna-vilikuвати-grunt-vid-viyni--vidpovidi-na-nayposhirenishi-zapitannya> (дата звернення 03.10.2023)

**Євген ПАЛАМАРЧУК<sup>10</sup>**,  
студент 4 курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового-господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ВИДОБУВНИХ ПРОЦЕСІВ ГРАНІТНИХ КАР'ЄРІВ НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІННИЦЬКОГО РАЙОНУ**

*Анотація.* У статті висвітлена проблематика видобувної промисловості її вплив на навколишнє природне середовище. Зазначена, як фактична небезпека в короткострокові терміни, так і теоретична в

---

<sup>10</sup>Наук. керівник: к. с.-г. н., асистент кафедри екології та ОНС ВНАУ, Оксана Врадій.

довгостроковій перспективі. Представлені види відходів які утворюються, їх вплив на біорізноманіття та екологічні ніші загалом.

**Annotation.** *In the article the lighted up range of problems of extractive industry and her influence on a natural environment. Marked both actual the danger in short-term and theoretical in a long-term prospect. Presented types of wastes that appear, their influence on a biovariety and ecological niches on the whole*

**Вступ.** Видобуток корисних копалин забезпечує майже всі галузі нашого сучасного життя, але його наслідки для планети даються взнаки далеко від наших домівок. На сьогоднішній день добування корисних копалин, а саме надрокористування пов'язано з теперішньою екологічною ситуацією за декількома напрямками. Перший – це те, що людство вступило в нові стосунки взаємодії з навколишнім природним середовищем, широкомасштабного та необмеженого використання його ресурсів.

В погоні за полегшенням життєвих умов, люди завжди прагнули вивчати навколишній світ, підкорювати його, досліджувати земну, надземну і підземну поверхні. Сучасні методи видобутку корисних копалин інтенсивно розвиваються з кінця XVIII століття. Застосовуються все більш досконалі технології.

Тому актуальність даної теми полягає в тому, що видобування корисних копалин, призводить до негативних впливів на навколишнє середовище та стан здоров'я людей [3].

**Виклад основного матеріалу.** Різномаїття видів мінеральних ресурсів, широко використовують як у повсякденному житті такі і в промислових цілях. Коштовне каміння ще здавна прикрашають зовнішній вигляд дівчат, а також їх використовують в техніці. Кам'яне вугілля, яке має високу здатність до теплотворення, використовується для обігріву приміщень, а також в якості палива і хімічної сировини. Буре вугілля і алюміній використовуються як енергетичний матеріал.

Всі корисні копалини в процесі переробки і при використанні виділяють небезпечні вихлопи в атмосферу. Це відбувається за рахунок застосування вибухових речовин на родовищах. Після вибухів у кар'єрах зростає рівень запиленості атмосфери. Відвали гірничих шахт або терикони роблять серйозний вплив на нижні шари повітря. Їх висота може досягати 80 метрів, об'єм – до 1 млн. куб. м. Вчені стверджують, що наявність великої кількості токсичних і шкідливих речовин в повітряній оболонці планети призводить до озонових дір і навіть в кінцевому рахунку, може призвести до глобального потепління.

Ще один негативний наслідок видобутку корисних ресурсів – забруднення сільськогосподарських територій. Найчастіше це відбувається в процесі транспортування копалин. Пил поширюється на великі площі і осаджується в ґрунтах і на рослинах. В результаті утворюються техногенні аномалії, де вміст заліза і цинку в ґрунті перевищує норму в 2-3 рази. На місцях сильно забруднених земель, заборонено розбивати пасовища,

рекомендується відстань у 8-10 км від кар'єрів. Шкідливі речовини, що проникають в ґрунту, бувають токсичними. Вони потрапляють спочатку в рослинність, потім в організм людини з їжею [6].

Видобувна промисловість – це галузь народного господарства, де відбувається видобуток корисних копалин – мінеральних утворень земної кори. Вони бувають органічного та неорганічного походження, які ефективно використовуються в сфері матеріального виробництва.

Вінницький район розташований в лісостеповій правобережній частині України. Корисні копалини району належать до нерудної групи типу будівельних матеріалів. По берегах Південного Бугу та його притоках розміщені родовища, пов'язані з кристалічним масивом – граніти та каоліни.

При розробці гранітних кар'єрів відбуваються викиди шкідливих речовин в атмосферу. Завдяки бурінню свердловин, виконанні підривних робіт та роботі гірничотехнічного транспорту. Після закладання кар'єру і, після завершення його експлуатації, проходять процеси саморозвитку цієї форми рельєфу. У межах кар'єру спостерігаються природні явища рельєфоутворення екзогенного походження вони пов'язані з дією рухливої води, вітру, вивітрювання та гравітаційної енергії.

Технології, які використовують для розробки родовищ, призводять до викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. На період експлуатації кар'єру, джерелами викидів шкідливих речовин є двигуни внутрішнього згоряння кар'єрних машин, викиди пилу [1].

Джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферу на родовищі є:

а) місце розробки і навантаження гірничої маси – викид у вигляді суспендованих частинок, які є площинним джерелом;

б) місце роботи кар'єрних машин – неорганізоване, лінійне джерело у вигляді твердих частинок, за складом містять діоксид азоту, сажу, оксид вуглецю та діоксин сірки;

в) відвал розкривних порід – площинне джерело викидів, це речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, які виділяються під час зберігання порід розкриву.

Щоб розглянути шкоду видобувної діяльності та вплив на навколишнє середовище територій Вінницького району необхідно розглянути один із об'єктів видобувних процесів, а саме кар'єр який займається видобутком граніту та спеціалізується на сировині для будівельних матеріалів.

Найближчим по розташуванню до міста Вінниці це – ПрАТ «Стрижавський кар'єр». Гранкар'єр знаходиться у смт. Стрижавка, яка входить в об'єднану територіальну Стрижавську громаду Вінницького району.

Кар'єр знаходиться на рівнині, займає досить велику площу, поблизу розташована річка Південний Буг. Річна продуктивність кар'єру на проведення видобувних робіт становить 120,0 тис.м<sup>3</sup>/рік гірничої маси в щільному тілі, середня потужність корисних копалин до позначки підрахунку запасів складає – 50,95 м. Добувають його регулярно по-певному розкладу та попереджувальними сигналами. Майданчик має тверде покриття та обладнаний

засобами пожежогасіння. Найпоширеніший продукт, який є на внутрішньому ринку це – гранітний щебінь, суміш дорожня, щебінь фасована. Розкриті породи на родовищі представлені ґрунтово-рослинним шаром, осадовими породами.

За даними ПрАТ «Стрижавський кар'єр» містить одинадцять джерел викидів. Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на стан забруднення атмосферного повітря здійснюється за даними результатів розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Фонові значення концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі: оксид вуглецю (фонове забруднення – 0,8 мг/м<sup>3</sup>, ГДК – 5,0 мг/м<sup>3</sup>), діоксид азоту (фонове забруднення – 0,015 мг/м<sup>3</sup>, ГДК – 0,085 мг/м<sup>3</sup>), ангідрид сірчистий (фонове забруднення – 0,05 мг/м<sup>3</sup>, ГДК – 0,5 мг/м<sup>3</sup>), пил неорганічний (фонове забруднення – 0,1 мг/м<sup>3</sup>, ГДК – 0,5 мг/м<sup>3</sup>).

Річні викиди пилу при бурінні свердловин за кожним джерелом складають 0,823 т/рік. При розробці корисних копалин та скельних розкритих порід для рихлення використовуються бризантні вибухові речовини, витрати яких складають 20,2 тон на один підрив (з урахуванням дроблення негабаритних кусків породи).

За підрахунками потужність викидів токсичних газів при використанні амоніта за один підрив складають: СО – 1,6 т; NO<sub>x</sub> – 0,051 т. Річні викиди пилу та токсичних газів по окремому джерелу складають: пилу – 15,2 т/рік; СО – 19,2 т/рік; NO<sub>x</sub> – 0,612 т/рік. Потужність викидів пилу при навантаженні гірничої маси екскаваторами по кожному джерелу складає 0,062 г/с, річні викиди пилу – 0,8 т/рік.

Під час вивчення особливостей функціонування та діяльності Стрижавського родовища граніту, було виявлено, що із усіх потенційних видів впливу, основним є вплив на атмосферне повітря. Від цих джерел викидів в атмосферне повітря потрапляють: діоксид азоту, сажа, ангідрид сірчистий, оксид вуглецю, вуглеводні граничні, пил неорганічний.

Вплив на клімат і мікроклімат, рослинний і тваринний світ відсутній. Під час виконання дослідження доведено можливість впливу на геологічне середовище у вигляді планових втрат корисних копалин при розробці кар'єру.

Викиди токсичних газів при роботі бульдозера по кожному з джерел: СО – 0,440 т/рік; СН<sub>4</sub> – 0,074 т/рік; NO<sub>x</sub> – 0,320 т/рік; С – 0,069 т/рік, SO<sub>2</sub> – 0,015 т/рік. Річні викиди пилу складають – 0,314 т/рік та 0,147 т/рік. [7].

На родовищі розвинений водоносний горизонт приурочений до четвертинних відкладів. Напрямок руху води південний, в сторону річки Південний Буг в основному в піщаній товщі. В самому процесі розробки родовища з'являється потреба у питній та технічній воді. Атмосферні опади з прилеглої до кар'єру площі відводяться за допомогою нагрівної канами, що запобігає розмиву бортів кар'єру. Для збору та відкачування води кар'єр обладнується водовідливом. Кар'єрні води перед скиданням у р. Південний Буг проходить очищення від завислих часток гірських порід та нафтових часток і використовують для зрошення забоїв і поверхні відвалів, поливання автодоріг.



Скид забруднених стічних вод у водні об'єкти не виконується. Господарсько-побутові стоки відводиться у септик та мірі їх заповнення вивозяться спеціальним транспортом на очисні споруди.

Діяльність робіт впливає на ґрунти, таким чином, що при виконанні розкривних робіт та при утворенні тимчасових зовнішніх відвалів. Особливо цінні ґрунти в межах родовища відсутні. Після відпрацювання запасів родовища проводиться рекультивація порушених земель, які відбуваються у два етапи: гірничотехнічна та біологічна рекультивація.

Негативна дія на рослинний та тваринний світ являє собою – локальний вплив за рахунок вилучення земельної ділянки та зняття ґрунту з рослинним шаром. Під час процесу видобутку не виснажується і не відбувається деградація рослинних угруповань. Після завершення гірничотехнічної рекультивації відвалу поетапно проводиться його біологічна рекультивація: спочатку відкоси відвальних ярусів, а потім площадка верхнього яруса. Біологічна рекультивація представляє собою травосів на відкосах ярусів та посадки дерев та кущі.

Технологічне обладнання, яке використовується під час розробки відкритих родовищ, утворює шумове та ультразвукове навантаження, а також радіаційне випромінювання. Розробка родовища здійснюється в денний та нічний період доби. Зниження шумового тиску відбувається за використанням мал шумного обладнання та інструментів, регулярного нагляду за всіма діючими агрегатами з ціллю вчасного усунення усіх недоліків, які утворюють збільшений шумовий ефект, такий як зношення з'єднаних деталей, порушення в встановлених вузлів агрегатів, несвоєчасне або недостатнє змащення тощо. На території родовища джерелом постійного виробничого шуму та вібрацій буде обладнання, яке використовується при видобуванні та транспортуванні корисних копалин екскаватори, автосамоскиди, бурова установка, бульдозери.

Під час експлуатації кар'єру утворюються такі види відходів як: зіпсовані або відпрацьовані – 0,276 т/рік, масла та моторні мастила, зіпсовані шини, комунальні відходи, брукт чорних металів дрібний – 2,436 т/рік.

Для того щоб побачити вплив виробництва кар'єру на навколишнє середовище потрібно провести моніторинг за його типами та показниками [4].

Режимні стаціонарні спостереження – здійснюється на невеликій відстані, для того щоб відобразити тимчасом коливання та вплив. Тому встановлюємо точку на відстані 500 м і досліджуємо територію за показниками техногенного порушення геологічного середовища.

Пункт спостереження знаходиться недалеко від підприємництва, тому вплив на елементи навколишнього середовища буде максимальний. А саме вплив на земну поверхню – деформація, тріщини, зсуви, розломи, порушиться ґрунтовий покрив, погіршиться якість ґрунтів, осідання пилу і хімічних сполук внаслідок викидів в атмосферу та ерозійні процеси. На рахунок атмосфери, на даній точці велика концентрація таких речовин, як діоксид азоту, ангідрид сірчистий, пил неорганічний. Також якщо брати невелику відстань від самого

підприємства, а саме де відбуваються вибухи та роботи кар'єрних машин можна буде побачити, що погіршиться стан рослин, зелених насаджень.



*Рис.1 Карта ПрАТ «Стрижавський кар'єр», пункт режимного спостереження на відстані 500 м.*

*Джерело: побудовано автором на основі даних [4,7].*

Негативна дія важких металів на рослини в основному пов'язана з їх проникненням в клітинні структури з ґрунтовим розчином. Сама фітотоксичність пилу пригнічуватиме розвиток і функціонування рослин. По зоологічних показниках виділений ряд стадій порушення екосистем. Зона ризику виділяється, таким чином, по початковій стадії порушення - втраті стадної поведінки, зміні шляхів міграції, реакції толерантності. Також потрібно помітити, що відзначеному місці не буває людей (крім працівників), але трішки на більшій відстані приблизно до 3 км проживають люди, яким помітний вплив роботи кар'єру – вибухи, неорганічний пил який впливає на дихальну систему.

**Висновок.** Проблему видобувної промисловості часто недооцінюють, але вплив її вагомий, щоб його зменшити - потрібно більш раціонально використовувати вторинну сировину, не розгортати діяльність у межах унікальних природних утворень та покращувати методи видобутку з меншою кількістю відходів

### **Список використаних джерел**

1. Гудзевич А.В. Знай і бережи: Вінниця: Консоль, 2006, 92 с.
2. Діденко В.І Стрижавка-перлина Поділля.: Вінниця: ТОВ «Консоль», 2012. 176 с.
3. Коржнев М.М Робоча програма навчальної дисципліни методика еколого-геологічних досліджень. Київ: 2014. 38с.

4. Мапи корисних копалин України.  
URL:<https://geoproff.com.ua/statti/mapa-korisnuh-porid-ukraine> (дата звернення: 01.10.2022).

5. Закономірності поширення і господарська оцінка надр України.  
URL:[https://pidru4niki.com/18540516/geografiya/zakonomirnosti\\_poshirenyu\\_gospodarska\\_otsinka\\_nadr\\_ukrayini](https://pidru4niki.com/18540516/geografiya/zakonomirnosti_poshirenyu_gospodarska_otsinka_nadr_ukrayini). (дата звернення: 28.09.2022).

6. Видобування та господарське використання копалин: екологічні наслідки.  
URL:<https://ru.osvita.ua/vnz/reports/geograf/26292/> (дата звернення: 28.09.2022).

7. Офіційний сайт ПрАТ «Стрижавський кар'єр». веб-сайт. URL: <http://strizkarer.pat.ua>. (дата звернення: 8.09.2023).

**Христина ПЕТЛІНСЬКА<sup>11</sup>,**  
студентка 2-го курсу,  
факультету екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ІНВАЗИВНИХ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВИХ ВИДІВ НА ІСНУВАННЯ АБОРИГЕННОЇ ДЕНДРОФЛОРИ ВІННИЧЧИНИ**

***Анотація.** Відмічено, що найбільша загроза для лісових екосистем представлена саме деревними і кущовими видами, які можуть витіснити природні види. Крім того, трав'янисті рослини також можуть впливати негативно, зокрема, вони можуть необмежено рости на відкритих ділянках після рубок. Це може завдати завади успішному розвитку місцевих видів.*

*Встановлено, що загальна кількість інвазійних видів поділяється на чотири основні родини і складає 19 видів з усього числа інвазійних рослин в даному регіоні. Найбільша кількість видів, а саме 11 видів або 57,9 %, належить до родини Asteraceae. Інші дві родини мають однакову кількість видів – по три види кожна, що складає 15,8 % від загальної кількості. Родина Fabaceae має найменшу кількість видів, а саме 10,5 %.*

*Визначено, що найбільш інтенсивне поширення у промисловій зоні характерне для акації білої (28, 2%), а найменша для клена гостролистого – 15,6 %. У той же час навища поширеність усіх видів характерна для селитебної функціональної зони і становить у межах 36,4-58,4 %.*

***Annotation.** It is noted that the greatest threat to forest ecosystems is posed by tree and shrub species, which can displace natural species. In addition, herbaceous plants can also have a negative impact, in particular, they can grow unlimitedly in*

---

<sup>11</sup> Керівник: Кандидат с.-г. наук, доцент Михайло Матусяк.

*open areas after logging. This can hinder the successful development of native species.*

*It has been found that the total number of invasive species is divided into four main families and amounts to 19 species out of the total number of invasive plants in the region. The largest number of species, namely 11 species or 57.9%, belongs to the Asteraceae family. The other two families have the same number of species - three species each, which is 15.8% of the total. The Fabaceae family has the smallest number of species, namely 10.5%.*

*It was determined that the most intensive distribution in the industrial zone is characteristic of white acacia (28.2%), and the least intensive - of sharp-leaved maple (15.6%). At the same time, the highest prevalence of all species is characteristic of the settlement functional zone and ranges from 36.4 to 58.4 %.*

**Вступ.** Протягом останнього десятиліття розповсюдження інвазійних видів стало надзвичайно серйозною проблемою. Цей проблематичний явище виявляється в практично всіх країнах світу, і це викликано активним переміщенням людей та широким використанням рослин і інших видів за межами їх природних ареалів. Більшість країн розглядає проблему інвазійних видів як одну з головних. Непередбачуване поширення цих видів не лише змінює структуру рослинних спільнот, але також серйозно впливає на екосистеми, місцеві види, ландшафти та здоров'я населення.

У зв'язку з цим, оцінка видового різноманіття інвазійних видів, їх поширення і вплив на місцеві рослинні популяції стала однією з ключових завдань сучасності.

Особливо гостро ця проблема стала тепер, коли кліматогенні зміни призводять до суттєвого перерозподілу видового складу та порушення структури природних екосистем, що створює нові ніші у природному рослинному покриві з одного боку і збільшує або зменшує можливість вкорінення інвазійних видів і їхній вплив на життєдіяльність екосистем з другого [1-2].

Оцінка загальних рис і спрямованості процесу адвентиції флори певного ботаніко-географічного виділу дає можливість виявити тенденції її подальшого розвитку. Одним із найпоказовіших учасників цього процесу є інвазійні види рослин, які успішно натуралізувалися на певній території, зайняли великі площі, продовжують утворювати нові осередки та розширювати еколого-топологічну амплітуду тощо. Ця група видів характеризується високим адаптаційним потенціалом, який забезпечує їхнє швидке та масове поширення, конку рентну здатність й стійкість у рослинних угрупованнях. Інвазійний компонент флори в різних регіонах відзначається різноманітністю видового складу, походженням видів, динамічністю просторового розміщення та фітоценотичною активністю [3].

Територія Вінниччини різноманітна за геоморфологією, природно-кліматичними умовами, рослинним покривом, історичним та господарським розвитком, соціально-економічними ними зв'язками тощо, що значною мірою

обумовлює поширення та інвазійний статус видів адвентивних рослин у різних районах. Тому способи й час занесення неаборигенних видів рослин у регіони, період адаптації, активність та динаміка поширення мають певні особливості, дослідження та аналіз яких стали метою цієї роботи [4, 6].

Аналіз списків інвазійних видів рослин окремих ботаніко-географічних регіонів дозволив виявити специфіку їхнього видового складу та ступеню натуралізації видів. У цих списках останні виділені за різними критеріями або навіть за суб'єктивним визначенням статусу виду лише на основі власних візуальних спостережень авторів. [5].

**Виклад основного матеріалу.** На нашу думку, загалом є репрезентативним для ПЗФ Вінниччини незважаючи на неоднорідність структури фонду, зональні, регіональні та локальні особливості біорізноманіття, відмінності історичного, соціально-економічного розвитку територій об'єктів тощо. Результати проведених досліджень до певної міри відображають сучасний стан фітоінвазій на території вивчених об'єктів різних природних зон Вінниччини і можуть слугувати як попередженням про потенційно небезпечні види, так і основою моніторингу інвазійних рослин (насамперед, спостереження за активністю у розповсюдженні та визначення впливу на різних рівнях (видовому, ценотичному, екосистемному) для об'єктів, регіонів, природних зон тощо, з метою подальшої розробки ефективних заходів контролю й управління.

У Вінницькій області найвираженішу інвазивну природу виявляють такі види дерев і кущів: клен американський (*Acer negundo*), айлант найвищий (*Ailanthus altissima*), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.) та аморфа кущова (*Amorpha fruticosa*).

Важливо відзначити, що найбільша загроза для лісових екосистем представлена саме деревними і кущовими видами, які можуть витіснити природні види. Крім того, трав'янисті рослини також можуть впливати негативно, зокрема, вони можуть необмежено рости на відкритих ділянках після рубок. Це може завдати завади успішному розвитку місцевих видів.

Характеристика інвазійних видів флори у межах Вінницької області наведена у таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Характеристика інвазійних видів флори у межах Вінницької області**

№	Родина	Кількість видів	% від загальної кількості
1	<i>Asteraceae</i>	11	57,9
2	<i>Poaceae</i>	3	15,8
3	<i>Brassicaceae</i>	3	15,8
4	<i>Fabaceae</i>	2	10,5
Всього		19	100

На основі результатів проведених досліджень було встановлено, що загальна кількість інвазійних видів поділяється на чотири основні родини і

складає 19 видів з усього числа інвазійних рослин в даному регіоні. Найбільша кількість видів, а саме 11 видів або 57,9 %, належить до родини *Asteraceae*. Інші дві родини мають однакову кількість видів – по три види кожна, що складає 15,8 % від загальної кількості. Родина *Fabaceae* має найменшу кількість видів, а саме 10,5 %.

Оцінка рясності поширення найбільш небезпечних інвазійних видів деревних рослин у балах у % відображена у таблиці 2.

**Таблиця 2**

**Оцінка поширення найбільш небезпечних інвазійних видів деревних рослин у %**

Вид	Функціональна зона		
	промислова	селитебна	транспортна
<i>Acer negundo L</i>	15,6	58,4	26
<i>Robinia pseudoacacia L.</i>	28,2	41,8	30
<i>Ailanthus altissima (Mill.) Swingle</i>	34,6	36,4	19

За даними таблиці найбільш інтенсивне поширення у промисловій зоні характерне для акації білої (28, 2%), а найменша для клена гостролистого – 15,6 %. У той же час навища поширеність усіх видів характерна для селитебної функціональної зони і становить у межах 36,4-58,4 %.

**Висновки.** Отже ці інвазійні види стали стійкими компонентами синантропної фракції флори Вінниччини.

Тому контроль за їхнім поширенням, що включає насамперед моніторинг та дослідження біоекологічних особливостей на регіональному рівні належить до невідкладних завдань, до яких повинні долучитися різноманітні науково-дослідні та природоохоронні інституції.

**Список використаних джерел**

1. Абдулоєва О.С., Шевчик В.Л., Карпенко Н.І. Інвазійні чужинні види вищих рослин у рослинних угрупованнях Канівського природного заповідника. Заповідна справа в Україні. 2009. Т. 15, вип. 2. С. 31-36.
2. Чорней І.І. Біорізноманіття Національного природного парку «Черемоський» монографія. Чернівці: Друк Арт, 2015. 248 с
3. Бурда Р.І., Пашкевич Н.А., Бойко Г.В., Фіцайло Т.В. Чужорідні види охоронних флор Лісостепу України. К.: Наукова думка, 2015. 116 с.
4. Вихор Б.І. Екологічна оцінка впливу інвазійних видів рослин на фіторізноманіття Закарпаття: автореф. дис. канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка». Київ, 2015. 20 с.
5. Зав'ялова Л.В. Фітоінвазії на території об'єктів природно-заповідного фонду України: завдання дослідження. ІІ Всеукраїнська наукова конференція «Синантропізація рослинного покриву України». Переяслав-Хмельницький, 2012. С. 39-40.

6. Панченко С.М. Інвазійна спроможність північно-американського виду *Coryza canadensis* (L.) Cronq. в НПП «Деснянсько-Старогутський» Укр. ботан. журн. 2005. Т. 62, №4. С. 558-564.

**Богдан ПОБЕРЕЖНИЙ<sup>12</sup>**

студент 4-го курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **МОЖЛИВІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ СТАВУ ТАШЛИК В МЕЖАХ СЕЛА ВЕРБКА**

***Анотація.** Розкрито питання ролі ставку, як гідрологічного об'єкта. Проведено огляд можливих шляхів його забруднення. Визначено адміністративне розташування села Вербка та його природно-кліматичні умови. Описано роль ставку Ташлик, як об'єкту гідрологічної мережі села Вербка та визначено його призначення і виявлено можливі джерела його забруднення.*

***Annotation.** The role of the pond as a hydrological object is revealed. The possible ways of its pollution are reviewed. The administrative location of the village of Verbka and its natural and climatic conditions are determined. The role of the Tashlyk pond as an object of the hydrological network of the village of Verbka is described, its purpose is determined and possible sources of its pollution are identified.*

***Вступ.** Ставок є гідрологічним об'єктом, що вказує на водойму меншого розміру, яка є штучно створеною. Може створюватися в результаті водної діяльності річок, потоків, дощів, підземних джерел, а також як пряме прагнення накопичити воду. Ця водойма є невеликою за своєю площею та об'ємом і може використовуватися для різних цілей, таких як забезпечення водою фермерських господарств (велика рогата худоба), зрошення сільськогосподарських полів та ділянок, рибальство та рекреаційні заходи і туризм, а також, як природний біотоп для різноманітних видів рослин і тварин.*

***Виклад основного матеріалу.** Як і будь який інший гідрологічний об'єкт ставки піддаються серйозному забрудненню в результаті їхнього неправильного експлуатування. Забруднення ставкової води в Україні несе за собою серйозні проблеми та наслідки, для здоров'я та життя людей, питного призначення, комунального водопостачання, сільськогосподарську діяльність.*

*Основними аспектами забруднення ставкової води та малих річок є ряд таких причин:*

---

<sup>12</sup>Наук. керівник: к. с.-г. н., ст. викладач кафедри екології та ОНС ВНАУ, Оксана Врадій.

1. Промислове та сільськогосподарське забруднення. Викиди в результаті діяльності підприємств, добрива та пестициди використанні під час сільськогосподарського обробітку земель, несуть за собою серйозні загрози для водойми, потрапляючи в яку спричиняють забруднення. Токсичні речовини відходів та хімікати з заводів потрапляючи в воду різко знижують її якість та життя.

2. Викиди сміття та стічних вод. Неконтрольоване скидання стічних вод та сміття призводить до забруднення ставкової води, погіршення її якості та життєзабезпечення. Це викликає бактеріальне та хімічне забруднення.

3. Евтрофікація. Процес природнього забруднення, що виникає в результаті надмірного перебагачення ставкової води поживними елементами. Це спричиняє масовий високий стрибок росту водоростей та інших рослин, що призводить до швидкого зменшення кисню у водоймі і веде до загибелі інші живі організми [2].

4. Зниження різноманітності видів. Забруднена ставкова вода знижує різноманітність видів рослин і тварин у водоймах. Це впливає на екологічний баланс та є причиною зникнення або повного вимирання багатьох видів рослин і тварин.

5. Здоров'я населення. Більшість ставків створені на малих річках і є джерелом поповнення криниць та копанок. Забруднена вода, що містить в собі різного роду хімікати та бактерії, транспортуючись підземними водами, може впливати на здоров'я людей, які використовують цю воду для пиття, купання та інших видів діяльності.

6. Економічні наслідки. Забруднена ставкова вода несе великі перешкоди та проблеми для ведення сільського та рибного господарства, туристичної діяльності, які є важливими галузями для багатьох регіонів України.

Село Вербка є населеним пунктом розташованим в Городківській сільській територіальній громаді Тульчинського району Вінницької області. Через село протікає єдина річка Марківка. Клімат єдиний як і для всієї області – помірно-континентальний. Середня температура повітря в січні становить: -6°C, а в – липні: +19°C, річна кількість опадів досягає: 520-590 мм, з них близько 80% випадають в теплий період. За останні роки спостерігається значна зміна клімату та довготривалі посухи. Ставок Ташлик (рис. 1) один із двох рукотворних водних об'єктів, розташованих на річці Ташлик, правій притоці основної річки Марківки (басейн Дністра). Довжина річки Ташлик становить 19 км. Формується вона з великої кількості безіменних струмків та водойм. Площа водного басейну 97,7 км<sup>2</sup>. На деяких ділянках зазнає пересихання. Притоками є: Мельників Яр (права). Свій початок бере у Савчиному, протікає переважно на південний захід і у селі Вербка впадає в Марківку, ліву притоку Дністра. Населеними пунктами вздовж берегової смуги є Мар'янівка та Леонівка [1].

Ставок Ташлик відіграє важливу рекреаційну роль, оскільки є місцем відпочинку для жителів села. Деякий час застосовувався в рибному господарстві. Відіграє важливу роль у веденні сільського господарства зокрема і тваринництва, оскільки є місцем водопою для череди. Також ставок є



джерелом поповнення підземних джерел криниць та копанок, місцем існування багатой флори та фауни, що за останній період зазнала збіднення [3].



*Рис. 1 Знімок розташування ставку Ташлик в межах села Вербка*

**Забруднення ставка Ташлик.** Як і будь-який інший гідрологічний об'єкт він також зазнає шкідливого впливу. По-перше, одним із яскраво виражених і спостерігаючих шкідливих факторів, що впливають на ставок Ташлик є значна евтрофікація води у весняно-літній період, та значне заростання його берегів водоростями, очеретом, кущами і чагарниками. По-друге, значне занедбання самого водного об'єкту, засмічення його рештками дерев, опалими і зламаними гілками, сміттям та відходами побуту відпочиваючого населення. Переважна частина його дна покрита битим склом, шматками металу та іншим сміттям. По-третє, шкідливим фактором виступає також біологічне забруднення, причиною якого може стати як відмерлі рештки риби і тварин, так і продукти життєдіяльності великої рогатої худоби, що використовують ставок як водопій. Ще одним критерієм забруднення виступають стоки з сільськогосподарських полів та господарств, які несуть в собі загрозу забруднення водойми пестицидами, нітратами та важкими металами, а також зараження патогенними мікроорганізмами. Загрозу становлять також дрібні сміттєзвалища розташовані на схилах берегів [4].

**Висновки.** Ставок Ташлик знаходиться в сприятливих природньо-кліматичних умовах для ведення сільськогосподарського та рибного господарства. Після проведеного нами аналізу ми побачили ряд негативних факторів впливу на якість води ставку Ташлик. Виявили, що можливими джерелами забруднення ставка є: евтрофікація; природне та побутове сміття;

біологічне забруднення; стоки з сільськогосподарських полів; дрібні сміттєзвалища. На даному етапі ми пропонуємо проводити моніторинг стану ставку Ташлик до двох разів на рік.

### Список використаних джерел

1. Децентралізація. URL: <https://decentralization.gov.ua/locality/21921> (дата звернення 28.08. 2023).
2. [Гавриков Ю.С. Реєстр річок Вінницької області. Вінниця: Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг, 2018 28 с.](#)
3. [Кабінет Міністрів України Про визначення адміністративних центрів та затвердження територій територіальних громад Вінницької області.](#) URL: [www.kmu.gov.ua](http://www.kmu.gov.ua) ( дата звернення 26.08.2023).
4. Постанова [Верховної Ради України](#) від 17 липня 2020 року № 807-IX «Про утворення та ліквідацію районів».

Дмитро ПОСТУПАЛЬСЬКИЙ<sup>13</sup>,

Студент 4 курсу,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

***Анотація.** У статті досліджені питання, що стосуються особливостей вирощування цукрових буряків. Проаналізовано найпоширеніші сучасні технології вирощування цукрових буряків. Досліджено способи основної обробки ґрунту. Зокрема, описано енергоресурсозберігаючу та вологозберігаючу технології. Оцінено ефективність описаних технологій.*

*Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що вони можуть бути використані для вирішення проблемних питань, що стосуються технологічних операцій під час вирощування цукрових буряків.*

***Ключові слова.** цукрові буряки, вирощування, технологічні операції вирощування, агротехнічні заходи, сівозміна, посів, обробіток ґрунту, збирання врожаю, зрошування землі.*

***Annotation.** The article examines the issues related to the peculiarities of growing sugar beets. The most widespread modern technologies of sugar beet cultivation are analyzed. Methods of basic tillage have been studied. In particular, energy-saving and moisture-saving technologies are described. The efficiency of the described technologies is estimated.*

---

<sup>13</sup>Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

*The practical significance of the obtained results is that they can be used to solve problematic issues related to technological operations during the cultivation of sugar beets.*

**Key words.** *sugar beets, cultivation, technological operations of cultivation, agro-technical measures, crop rotation, sowing, tillage, harvesting, irrigation.*

**Постановка проблеми та її актуальність.** За останні два сторіччя сільськогосподарська наука накопичила багато різноманітних даних про родючість ґрунту, сівозміну, обробіток орних земель, органічне та мінеральне живлення різних культур, сортові особливості їх проростання в агроценозах та багато іншого. Ці знання лягли в основу системи практичного землеробства, технологій вирощування сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Чергування та зміна культур у сівозміні є зразком системного вирішення одного із основних завдань сучасного землеробства – раціонального використання ріллі. У сівозміні закладено біологічний потенціал сільськогосподарських культур поряд з реалізацією максимального використання агрокліматичних ресурсів – тепла та атмосферних опадів, добрив, засобів захисту рослин – з метою отримання високих урожаїв та збереження родючості ґрунту.

Завдяки науково обґрунтованому чергуванню культур можливо без збільшення матеріальних витрат вести більш результативну боротьбу зі шкідниками, хворобами та бур'янами у посівах культурних рослин, використовувати з різноглибинних горизонтів ґрунту вологу, сприяти ефективному застосуванню добрив тощо.

Зазначимо, що тривалий час у сільськогосподарських підприємствах України цукровий буряк можна було вважати однією з провідних культур у сівозмінах, а виробництво цукру забезпечували понад 200 цукрових заводів. Основи такого масштабного обробітку цукрових буряків та виробництва бурякового цукру на території країни закладалися ще у далекі радянські часи.

Однак, наприкінці ХХ століття виключення ручної праці з низки операцій дозволило максимально інтенсифікувати виробництво цукрових буряків. Так, вже з осені проводять своєчасну та якісну обробку ґрунту, вносять мінеральні та органічні добрива, а при необхідності проводять вапнування. Висівом якісного насіння одноросткових сортів та гібридів на задану глибину та відстань високоточними механічними та пневматичними сівалками формують оптимальну густоту стояння рослин. У сучасних технологіях догляд за посівами зводиться в основному до підживлення та хімічного захисту від шкідників. Після досягнення технічної стиглості збирання цукрового буряка проводиться без ручного доочищення коренеплодів.

Попри це, нині дуже часто вирощування цукрових буряків є збитковим через високу собівартість (низька врожайність вітчизняних сортів, високі ціни на імпортований посівний матеріал та паливно-мастильні матеріали, неоптимізоване використання наявної техніки при виконанні великої кількості

технологічних операцій у господарствах тощо) та занижені закупівельні оптові ціни на кінцевий продукт. Важливою, серйозною та поширеною проблемою за сучасних умов є також відсутність застосування необхідних агротехнічних заходів під час вирощування цукрових буряків.

Враховуючи вищенаведене, слід визнати існування сьогодні нагальної потреби в комплексному теоретичному дослідженні проблемних питань, що стосуються технологічних операцій під час вирощування цукрових буряків.

**Мета статті.** Дослідження особливостей та проблемних питань, що стосуються технологічних операцій під час вирощування цукрових буряків та аналіз можливих шляхів та перспектив їх вирішення.

**Виклад основного матеріалу.** Цукровий буряк – культура помірного клімату. Важливою біологічною особливістю цукрового буряка є її здатність накопичувати в коренеплоді велику кількість цукру (у сухій речовині його міститься близько 75%). У світовому виробництві з його коренеплодів виробляється 24% цукру – найціннішого продукту харчування. Його використовують у різних галузях харчової промисловості та медицини, спиртовому та крохмаловому виробництві. Листя цукрових буряків, складають 35-40% від маси коренеплодів і є цінним кормом для худоби. Відходи цукробурякового виробництва – жом та патока (меляса) також мають велике кормове значення, а дефекат (отримують при очищенні вапном бурякового соку від домішок) – цінне вапняне добрива під цукрові буряки та інші культури.

У різних зонах бурякосіяння технології вирощування цукрових буряків мають свої особливості. Наприклад, найбільш поширена традиційна технологія включає наступні агротехнічні заходи:

- 1) осіння покращена система обробки ґрунту, внесення органічних та мінеральних добрив;
- 2) передпосівний обробіток ґрунту з обов'язковим вирівнюванням поверхні;
- 3) передпосівне внесення гербіцидів (за потреби);
- 4) посів сівалками точного висіву з одночасним внесенням добрив;
- 5) формування густоти стояння;
- 6) заходи щодо захисту від шкідників, хвороб, бур'янів;
- 7) обробка міжрядь та підживлення рослин (при необхідності);
- 8) збирання врожаю.

Інтенсивна технологія вирощування цукрових буряків – це поєднання нових досягнень агрономічної науки та засобів механізації, що забезпечує підвищення продуктивності праці, врожайності та якості продукції. Інтенсивна технологія ефективна при оптимізації умов вирощування цукрових буряків на всіх етапах росту та розвитку рослин. Вона містить в собі передові науково обґрунтовані елементи вирощування продукції: сівозміна, обробіток ґрунту, використання сортів та гібридів інтенсивного типу, оптимальне забезпечення рослин елементами живлення, комплексну систему захисту від шкідників, хвороб та бур'янів, раціональні форми організації виробництва та інші операції, що забезпечують економічний ефект.

Енергоресурсозберігаюча технологія передбачає виключення низки операцій (формування густоти, обробку міжрядь) або об'єднання декількох операцій в одну (посів + підживлення), заміну глибокої оранки на неглибоку ранню (до 16 см глибиною) з наступним чизелюванням (до 40 см завглибшки) восени. Можливі й інші енергоресурсозберігаючі операції, що виключають можливі втрати врожайності.

При вологозберігаючій технології в сівозміну включають трави і сидерати (до 30% посівних площ). Трав'яний покрив ґрунту не зазнає сильної зміни. Здійснюється глибоке розпушування ґрунту восени по стерні. В цій технології також скорочуються окремі операції, а витрати можуть бути зменшені аж до 50% без суттєвої зміни врожайності та якості.

Сучасні технологічні операції вирощування цукрового буряка передбачають в базовій технології заміну застарілих машин та знарядь на сучасні вітчизняні та зарубіжні з вищою продуктивністю та меншою витратою палива. Завдяки цьому собівартість вирощування цукрового буряка знизилася на 17,5% у порівнянні з базовою технологією, витрати праці зменшилися на 50 %, витрата палива – на 40 % при рівній або й більшій врожайності за попередню.

Особливий інтерес викликають екологічно чисті (безгербіцидні) технології вирощування цукрових буряків. Нині ведуться дослідження щодо створення техніки з урахуванням зональних умов, що забезпечить низьку витратність проведення операцій по боротьбі з бур'янами, шкідниками, хворобами без застосування хімічних засобів захисту рослин.

Не менш цікавим є досвід застосування різних агротехнічних заходів при вирощуванні цукрових буряків на зрошуваних землях. При зрошенні зростає роль сівозмін у попередженні масового розвитку шкідників, хвороб, бур'янів, погіршуються агрофізичні властивості ґрунту. Тому в сівозміну вводять багаторічні трави.

Цукровий буряк вирощують після озимої пшениці. Обробку ґрунту проводять чизельними плугами до 40 см завглибшки. В осінній період здійснюють провокаційний полив, що викликає появу сходження бур'янів, які видаляють розпушуванням та гербіцидами. Збільшується кількість хімічних обробок проти шкідливих об'єктів (проти бур'янів до 5-6 разів). Для зрошеного цукрового буряка потрібні додаткові підживлення. За 15-20 днів до збирання поливи припиняють для більшого накопичення цукрів у коренеплодах.

Також нині доволі часто перед посадкою цукрового буряка здійснюють подрібнення соломи після збирання попередника, рівномірно розподіляють її по полю та дискують на глибину 6–8 см. Через 12-15 днів вносять мінеральні та органічні добрива і проводять відвальну оранку.

Після цього роблять передпосівну обробку ґрунту та висівають проміжну культуру. Обробка ґрунту – це механічна дія на нього ґрунтообробних машин та знарядь з метою створення оптимальних умов для росту культурних рослин.

У орному шарі ґрунту культивується високо ефективна родючість, сприятливі водно-повітряний, тепловий та поживний режими шляхом періодичного перемішування шарів ґрунту та зміни його структури. Це сприяє зниженню кількості бур'янів, хвороб та шкідників, покращенню фітосанітарного стану на буряковому полі та в сівозміні в цілому.

Після досягнення фази цвітіння сидеральну масу подрібнюють і закладають у ґрунт на 6–8 см. Далі прийоми здійснюються без змін.

Використання подрібненої соломи від попередньої культури (озимої пшениці або жита) в зонах, схильних до ерозії, показує, що ґрунт краще зберігає вологу і є менш схильним до формування кірки ґрунту та замулювання.

Після розподілу соломи по поверхні ґрунту вносять добрива та проводять плоскорізну обробку. Навесні, оминаючи обробку ґрунту, висівають цукрові буряки. Іноді ще проводиться весняна обробка ґрунту компактором на глибину 4-5 см.

**Висновки і пропозиції.** Таким чином, у даній статті наведено огляд найпоширеніших сучасних технологій та агротехнічних заходів з вирощування цукрових буряків та обробки ґрунту, а також оцінено ефективність описаних технологій. Дослідження апріорі може допомогти агрономам цукробурякових господарств вибрати найбільш результативні для конкретних ґрунтово-кліматичних умов технології вирощування цукрових буряків та підвищити таким чином врожайність та якість цукрової буряки, збільшити його лежкість, істотно знизивши при цьому витратну частину.

### Список використаних джерел

1. Загальна технологія вирощування цукрових буряків. [Електронний ресурс] SuperAgronom – Режим доступу до журн.: <https://www.syngenta.ua/zagalna-tehnologiya-viroshchuvannya-cukrovih-buryakiv>
2. Ільків Л.А. Сучасний стан та ефективність виробництва цукрових буряків. «Молодий вчений», № 11 (63), 2018 р. с. 1124-1127
3. Технології вирощування цукрових буряків. ТОВ «Сингента», 2014. 100 с.
4. Біологія і технологія вирощування цукрових буряків. [Електронний ресурс] SuperAgronom – Режим доступу до журн.: <http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/lekciya-20.biolo-hija-i-tehnolo-hija-vyroshchuvannja-cukrovih-burjakiv.pdf>
5. Матеріали VII науково-практичної інтернет-конференції «Наукові тенденції формування агротехнологій». Редкол.: М. Я. Шевніков (відп. ред.) та ін. *Полтавська державна аграрна академія*, 2019. 113 с.

**Світлана РОМАНЕНКО<sup>14</sup>,**  
студентка 2 року навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ФІТОЦЕНОЗИ: ВИЗНАЧЕННЯ, СТРУКТУРА ТА РОЛЬ У ЕКОСИСТЕМАХ**

***Анотація.** Стаття присвячена визначенню фітоценозу, його впливу на функціонування екосистеми та екологічної ніші, а також загальному розумінню принципів організації і функціонування рослинних спільнот.*

*Вивчення фітоценозів дозволить більш детально зрозуміти способи організації екологічного простору та догляду за рослинною спільнотою, яка існує у певній екологічній ніші. Інформація про особливості фітоценозів дозволить враховувати показники, притаманні конкретній екологічній системі. Так, як фітоценози мають складну, динамічну систему, яка постійно розвивається під впливом зовнішніх факторів. Тому, вивчення їхніх систем необхідне для розуміння природних процесів та для підтримання екологічної стабільності у природному середовищі.*

***Annotation.** The article is devoted to the definition of phytocenosis, its influence on the functioning of the ecosystem and ecological niche, as well as a general understanding of the principles of the organization and functioning of plant communities.*

*The study of phytocenoses will allow a more detailed understanding of the ways of organizing the ecological space and caring for the plant community that exists in a certain ecological niche. Information about the features of phytocenoses will allow to take into account indicators specific to a specific ecological system. Just as phytocenoses have a complex, dynamic system that constantly develops under the influence of external factors. Therefore, the study of their system is necessary to understand natural processes and to maintain ecological stability in the natural environment.*

***Вступ.** Сьогодні, під час стрімкого техніко-технічного розвитку, як ніколи важливо приділяти увагу вивченню екологічного потенціалу планети. Адже, під час свого існування людство завдало природі значних, інколи невідновних втрат. Негативний вплив антропогенної діяльності вже сьогодні суттєво впливає на функціонування усіх екосистем, і в майбутньому, цей вплив може призвести до припинення будь-якого життя на планеті.*

*Тому, ця стаття націлена на поглиблене вивчення природнього рослинного покриву, як основного біогеоценотичного покриву для подальшого ознайомлення з фітоценозами та їх особливостями. Біогеоценотичний підхід до*

---

<sup>14</sup>Науковий керівник: асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ Вергеліс В.І.

вивчення функціонування біологічних складників у взаємодії з іншими природними чинниками є досить науково обґрунтованим тому, що при такому підході включається все біорізноманіття, а також його структура та склад фітоценозів, що дозволяє точно відтворити екологічні особливості довкілля. Інформація отримана у статті допоможе зрозуміти біологію поведінки рослин та їх вплив на екологію в цілому.

**Виклад основного матеріалу.** Фітоценози є важливою складовою біологічного різноманіття та функціонування екосистем. Вони представляють собою спільноти рослин, які займають певну територію і мають певні взаємозв'язки між собою та з навколишнім середовищем. Вивчення фітоценозів допомагає розуміти принципи організації та функціонування рослинних спільнот, а також їх вплив на біологічну різноманітність [2].

В першу чергу, під час вивчення фітоценозів, варто ввести термінологію, яка досить точно зможе пояснити їх суть: фітоценози – основні структурні та функціональні одиниці рослинного світу, що складаються з груп рослин, які взаємодіють між собою та з навколишнім середовищем. Вони є основною складовою екосистем та відіграють ключову роль у збереженні біологічної різноманітності та функціонуванні природних спільнот. Тобто, це рослини, які існують в одній екологічній ніші та взаємодіють одне з одним під час своєї життєдіяльності [4].

Фітоценози мають певні характеристики, за якими їх розрізняють. Найбільш важливим є флористичний склад; анатомія підземних і надземних частин рослин; організовані фітоценозами середовища; взаємодія з навколишнім середовищем [1].

Тому, можна зазначити, що фітоценоз – це цілком логічна взаємодія певних груп рослин, що мають різні екологічні розміщення та умови зростання, а отже, організовані екологічно нерівними видами. В структурі фітоценозу є просторово-розмежовані менші відділи: фрагмент ценозу, субфітоценоз, мікроценоз [2].

Фрагменти ценозу – це невеликі, але повністю сформовані рослинні угруповання, розкидані серед інших фітоценозів на відносно великій території. Наприклад, невелика частина заплавної луки, сформованих на піщаних ґрунтах [5].

Мікроценози – відокремлені частини рослинної спільноти, включення в один з його частин. Наприклад: латочка з мохів або лишайників на стовбурах дерев, пенях [3].

Субфітоценоз – це невелика структурна частина фітоценозу; за об'ємом він може відповідати фітоценозу, але не подібний до нього флористичними, ценотичними та екологічними особливостями, такими як: участю в ньому співедифікаторів, геоморфологічними умовами, гідрологічним і повітряним режимом ґрунту тощо [4].

Під час екологічних досліджень вивчають не лише види, покриття та інші властивості фітоценозу, а також його кордони та межі фітоценозу й приналежних до нього природних рослинних груп [1].



Прямолінійні межі фітоценозу часто можна спостерігати на річках, які стикаються, у підніжжях гір, у виступах подібних до скель, урвищах та ярах. Схожі межі має густа рослинність осоки, рогози. Ці межі фітоценозу досить точно співставляються з розповсюдженням конкретного типу ґрунту, міцністю водного шару тощо. Подібне за ознаками окреслення мають культурні території, пристосовані до сільськогосподарського використання. Проте, кордони цих територій використання, визначає людина, відокремлюючи в структурі використання землі, ділянки під вирощування пшениці, кукурудзи, сої, кукурудзи та інших культурних видів [3].

Фітоценози у своїй взаємодії одне з одним можна поділити на різні рівневі структури. Опираючись на вчення Т.О. Работновського [5]: яруси – це відокремлені горизонти одного фітоценозу, які існують разом з ключовою масою уподібнених органів рослин. Досить точно ярусність помітна у лісах помірної зони, організованих рослинами, котрі відносяться до різних життєвих форм; дерев, кущів, трав, лишайників. Зазвичай, у лісах, можна виділити чотири рівневі структури: деревний, кущовий, трав'янистий, моховий. Отже, в загальній організації фітоценозів у просторі можна відокремити 3 рівні:

- верхній ярус – це дерева та високі чагарники, які складають верхній шар рослинного покриву. Вони конкурують за світло та інші ресурси. Зазвичай, їх розділяють на певні підвиди, опираючись на висоту рослин: верхній деревний – вище 6 м; нижній деревний – нижче 6 м.

- середній ярус – цей шар складають менші чагарники та дерева, які ростуть під верхнім ярусом. Вони можуть бути менш конкурентоспроможними у відношенні до верхнього ярусу. До даного рівня фітоценозів відносять підлісок – до 2 м, верхній трав'янистий – до 80 см, середній трав'янистий – до 30 см.

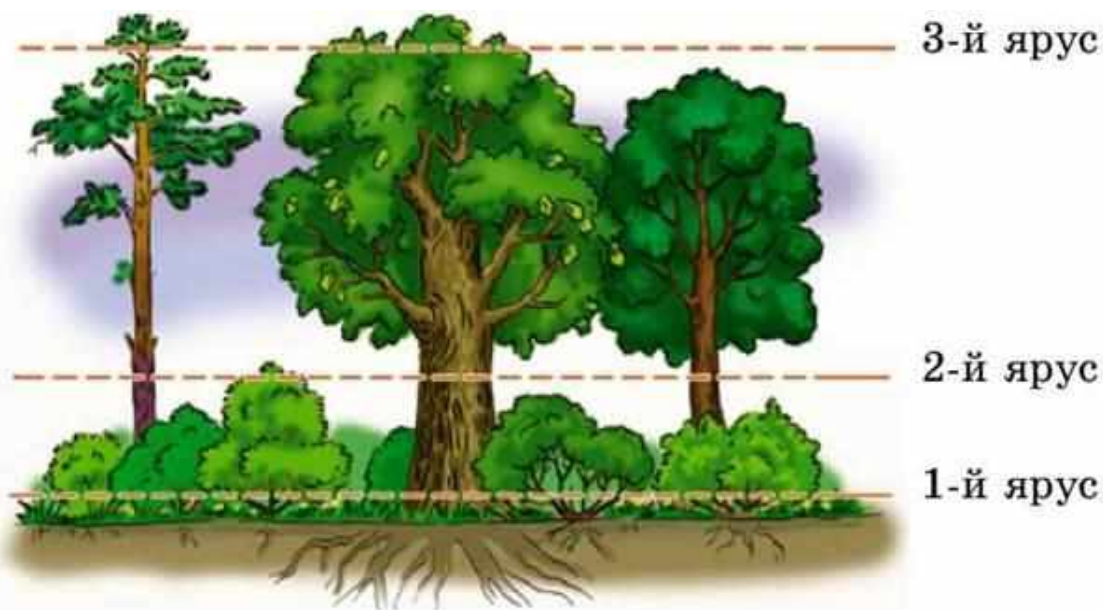
- нижній ярус – цей шар включає трав'янисті рослини та низькі чагарники. Вони пристосовані до невеликої кількості світла і можуть відігравати важливу роль у поживному циклі та ґрунтових процесах. Цей ярус представлений нижніми трав'янистими рослинами – до 10 см та надґрунтовими рослинами – до 3 см (рис. 1) [5].

Кожному угрупованню рослин властиві певні ознаки, які вирізняють його з поміж усіх інших. Також, важливим є те, що фітоценоз складається з організації складників, які взаємодіючи одне з одним набувають подібних морфологічних ознак. Це визначається деякими причинами, найбільш важливими серед них є:

- склад різновидів рослин;
- довжина коренів;
- висота рослини;
- форми надземних і підземних органів [4].

Морфологічна структура фітоценозу – це розмежування у ньому відокремлених за висотою або площею структурних частин, що різняться за деякими ознаками. До цих ознак можна віднести: висоту рослин, їх екологічні

особливості, видовий склад, життєвість та ін. Усі морфологічні структури є частинами фітоценозу, який займає свою площу або простір, завдяки чому розрізняється горизонтальна і вертикальна структура фітоценозу. Вертикальна будова – це надземна та підземна ярусність. Натомість ярусність – це структурне, вертикальне розподілення фітоценозу на окремі морфологічні елементи. Кожен ярус приймає участь в угрупованні рослин [4].



*Рис 1. Рівні фітоценозів*

Важливим для розуміння фітоценозів є визначення їх впливу на роботу екологічної ніші – термін в екології, що описує взаємовідносини виду або популяції з екосистемою, та їхнє в ній розташування:

- біологічна різноманітність: фітоценози забезпечують умови для існування та розвитку різноманітних рослинних видів, що сприяє підтриманню біорізноманіття.

- послуги екосистем: рослини у фітоценозах забезпечують послуги екосистем, такі як утримання ґрунту, очищення повітря та води, а також регуляція клімату.

- вплив на тварин: багатство фітоценозів визначає живильну базу для багатьох тваринних видів, що харчуються рослинами.

- участь у кругообігу речовин: рослини фіксують вуглець під час фотосинтезу та беруть участь у кругообігу інших елементів, таких як азот, фосфор та інші мінерали.

- стійкість до змін в навколишньому середовищі: різноманітність рослин у фітоценозах забезпечує стійкість екосистеми до змін середовища, таких як кліматичні або антропогенні.

Тому, варто зазначити, що фітоценози є ключовими складовими елементами екосистем, які впливають на їх функціонування, біорізноманіття та стійкість [1].

Вплив добових та сезонних змін на фітоценози проявляється по різному. Проте, зміни під час доби не дуже важливі у життєдіяльності рослини. Зазвичай вони помічаються під час руху листків, суцвіть за рахунок зміни сонячного випромінювання впродовж дня. Деякі види рослин вирізняються ритмом цвітіння для запобігання конкуренції між рослинами: одні розкриваються для запилення в першу половину дня, інші – в другу [3].

Сезонні зміни для рослини є більш важливими, ніж добові. Сезонні коливання фітоценозів – це адаптація рослин до зміни середовища існування, особливістю цього процесу є здатність рослин повернутися до початкового стану. До груп рослин входять види з різними часовими інтервалами розвитку – це впливає на зміну виду екологічної ніші впродовж одного сезону. Дану особливість фітоценозів найкраще можна помітити в широколистяних лісах, у них до розвитку листків надземна частина фітоценозів складається з ефемероїдів. До прикладу, у степу зазвичай відбувається неоднорідний розквіт рослин. В заповіднику «Стрілецький степ», який налічує залишки північних степів, що розташовані на чорноземах, поетапно розквітає сон-трава з фіолетовими квітками, горицвіт весняний, шавлія лучна, яка має сині квіти. Тому, як висновок, розквітаючи поетапно, різні популяції зменшують конкуренцію для комах, які запилюють видовий склад фітоценозів [1].

У XXI столітті для забезпечення охорони фітоценозів створили навий напрямок – фітосозологія. Він вивчає природоохоронні моменти організації окремих рослинних угруповань. Цей напрямок є важливим, оскільки у сучасній моделі людського існування використовується багато продуктів, які негативно впливають на екологічний простір. В фітосозології відокремлюють певні розділи: аутфітосозологія – це охорона конкретних екологічних об'єктів; синфітосозологія – це охорона усіх рослинних угруповань. Функцією фітосозології є виявлення та вивчення розвитку фітоценофонду, який потребує охорони, а також фітосозологія націлена на з'ясування причин та наслідків загроз і екобезпеки, їх виникнення під впливом різних факторів [2].

**Висновки.** Вивчення структури розвитку, життя фітоценозу та його впливу на біогеоценоз допомогли точно пояснити важливість рослинних угруповань для життя екологічної ніші та її стабільного функціонування. Основа функціоналу фітоценозів – це загальна підтримка життя екологічної ніші. До неї відноситься організація біологічного різноманіття, позитивний вплив на відновлення ґрунту, проведення процесу фотосинтезу.

**Рекомендації.** Для запобігання впливу людини на фітоценоз, попередження непоправної шкоди рослинам та екології загалом, а також знищення великої кількості рослин, зменшення кількості екологічних ніш, забруднення безлічі природних територій необхідно використовувати різні сучасні технології. Для запобігання негативного впливу зміни фітоценозів доцільно проводити визначення функцій фітоценозу їх впливу на функціонування біосфери та важливості збереження рослинних угруповань для нормального, стабільного функціонування екологічної ніші.

### Список використаних джерел

1. Лановенко О. Г., Остапішина О. О. Словник – довідник з екології: Навчально-методичний посібник. Херсон. ПП Вишемирський В.С. 2013. 226 с.
2. Кучерявий В.П. Екологія. Львів. Світ. 2001. 500 с.
3. Абдулоєва О.С., Соломаха В.А. Фітоценологія. Київ. Фітосоціоцентр. 2011. 450 с.
4. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи сучасної екології. Навч. посіб. 4-те вид., перероб. і допов. К. МАУП. 2004. 340 с.
5. Пахомов, О. Є., Петрушевський, В. Б. Просторова організація біогеоценозів (частина 2). Навчально-методичний посібник для самостійної роботи. Дніпро: типографія «АРБУЗ», 2021. 34 с.

**Дарія РЯБЧИНСЬКА<sup>15</sup>,**  
студентка 5-го курсу навчання,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ САБАРІВСЬКОЇ ГЕС У КОНТЕКСТІ ДЕФІЦИТУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

***Анотація.** З огляду на очевидну суперечність, котра полягає у використанні води всередині та поза річками, експлуатація екологічного Сабарівського водосховища стала можливим підходом до координації взаємозв'язку між соціально-економічним використанням води та екологічним використанням води в прилеглих річках. Однак екологічний попит на воду в річках в цій місцевості залишається важко задовольнити в районах, які стикаються з серйозною нестачею води, що призводить до дисбалансу між екологічним і соціально-економічним використанням води. Для того, щоб задовольнити екологічні потреби водних потоків у районах, де спостерігається дефіцит водних ресурсів, слід докласти зусиль для пошуку оптимальної схеми роботи водосховища, аби збалансувати водопостачання для екології та соціально-економічного благополуччя.*

***Annotation.** In view of the obvious contradiction between the use of water inside and outside the rivers, the operation of the ecological Sabariv reservoir has become a possible approach to the coordination of the relationship between the socio-economic use of water and the ecological use of water in the adjacent rivers. However, the environmental demand for river water in this area remains difficult to meet in areas facing severe water scarcity, resulting in an imbalance between ecological and socio-economic water use. In order to meet the ecological needs of*

---

<sup>15</sup>Науковий керівник – професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища Олександр ТКАЧУК.

*water flows in water-scarce areas, efforts should be made to find the optimal reservoir operation scheme to balance water supply for ecology and socio-economic well-being.*

**Вступ.** Сабарів є адміністративно-територіальною одиницею, котра знаходиться в межах окраїни міста Вінниці. Село розташоване на річці Південний Буг. У безпосередній близькості від села на річці в минулому столітті було збудовано Сабарівську гідроелектростанцію, що спричинило підйом рівня води в річці Південний Буг.

**Основна частина.** На території Сабаріанської гідроелектростанції також розташоване водосховище, яке дає змогу накопичувати та зберігати досить велику кількість води, яка використовується містом Вінниці, найближчими селами та промисловими підприємствами. Гребля, що знаходиться там, була створена штучним шляхом. А цим самим було досягнуто за допомогою штучної греблі різниці рівнів води як перед греблею, так і за нею [1].

Як відомо акваторія Сабарівського водосховища від того місця, де закінчується правобережна частина села Стрижавка Вінницького району і аж до самого окружного автодорожного мосту, площа якого становить – 8,1 га. При цьому, що дуже важливо зазначити, акваторія від П'ятничанського мосту до Центрального мосту, займає площу 15,6 га.

Характерно, що водний простір перед греблею називається верхнім б'єфом, а позаду греблею – нижнім б'єфом. Слід наголосити на тому, що різниця рівнів б'єфів є напором установки. В міру того на скільки високою є гребля, відповідно це є причиною більшого напору.

Необхідно зауважити той вагомий чинник, що повний об'єм водосховища зі своєї сторони відповідає оцінці нормального напірного рівня і дорівнює сумі корисного і мертвого об'ємів. Підпірний рівень вище нормального, що тимчасово допускається у верхньому б'єфі в надзвичайних умовах експлуатації гідротехнічних споруджень, називають форсованим підпірним рівнем. Він обмежує зверху об'єм води, що знаходиться у водосховищі вище нормального напірного рівня, що називають форсованим об'ємом форсованого підпірного рівня [2].

Слід врахувати, що сама Сабарівська гідроелектростанція за допомогою водосховища та водних потоків у ньому створює досить значну кількість електроенергії, цією електроенергією забезпечується село Сабарів, звідки походить назва об'єкту, який описується у статті.

Загально відомо, що водосховища використовують для забезпечення населення водою. На сьогоднішній день поблизу Сабарівського водосховища знаходяться стави. Слід зауважити, що стави це є штучні водойми для зберігання води з метою водопостачання, зрошення, розведення риби. Тут ведеться діяльність ставкового рибного господарства, а також водоплавної птиці, як для санітарних, так і для рекреаційних потреб. Стави викопують або створюють, будуючи на невеличких річках і в природних улоговинах греблі. Відповідно до 1 статті Водного кодексу України ставком вважається штучно

створена водойма місткістю не більше 1 млн м<sup>3</sup>. Ставки наповнюються водою за рахунок поверхневого і підземного стоку. Ставки в свою чергу розміщені нерівномірно, найбільше їх на Східному Поділлі, зокрема у Вінницькій області, а також на Придніпровській височині.

Вплив людини на ландшафт розвинувся від початку сільськогосподарських методів, що супроводжувалися вирубкою великих територій, до сучасних урбанізованих комплексних суспільств. А сьогодні людство трансформувало всі системи Землі та залишало такі сліди, котрі змінюють її морфологію та впливають на процеси, що відбуваються на Землі та цілі екосистеми [3].

Важливо зазначити, що діяльність людини впливає на природні процеси, такі як гідрологічні потоки, екологічні моделі та процеси земної біосфери із постійно зростаючою інтенсивністю в міру розвитку технологій. Цей вплив також був зафіксований у різноманітних штучних формах рельєфу та ландшафтах: каналах, дамбах, мережах доріг, гірничодобувній діяльності та морфології, викликаний сільськогосподарськими методами.

Водосховища забезпечують важливі водні ресурси для економічного та соціального сталого розвитку. Однак багато мілководних водойм стикаються з проблемою сильної евтрофікації. Місцеві мережі водосховищ відіграли важливу роль у місцевих громадах, підтримуючи надійне водопостачання під час нестачі води, саме через кліматичні умови. Очікувана зміна клімату в наступні десятиліття може збільшити навантаження наносів, що зробить ретельне управління гідравлічною мережею необхідною для підтримки ємності зберігання води та якості води [4].

Необхідно взяти до уваги той важливий чинник, що на території Сабарівського водосховища земляні греблі з характерними незакріпленими укосами – багато з них є розмитими. Особливістю Сабарівського водосховища є те, що водоскидні споруди за своїм технічним станом не відповідають сучасним вимогам. А це в свою чергу призводить до перешкод регулювання та раціонального використання стоку.

Проте при всій очевидності позитивного впливу штучних водойм на результати господарської діяльності їх створення порушує природний режим водогонів і без вжиття відповідних заходів щодо покращення екологічного стану Сабарівського водосховища може спричинити екологічну катастрофу.

У зв'язку з цим рекомендується господарюючим суб'єктам довкола Сабарівського водосховища вжити всіх необхідних заходів з тією метою, щоб запобігти невтішним наслідкам, які саме виявляться в результатах екологічного лиха. Отож, побудувавши ставок, необхідно насамперед дбати про його благоустрій, регулярно його чистити, ремонтувати гідротехнічні споруди, а також будувати греблі з донними водовипусками, створювати водоохоронні зони, котрі стосуються регулювання вимог щодо збереження малих річок, в тому числі і прилеглих водойм до Сабарівського водосховища [5].

Нові інструменти геоморфологічних досліджень, які з'явилися в останні десятиліття можуть зобразити еволюційні етапи та механізми цих

антропоценових орієнтирів, закарбованих у ландшафті, таких як дамби, відкладення резервуарів та всі пов'язані з ними форми рельєфу. Дійсно, велика різноманітність цих технологій змінила обличчя геоморфології, змінившись у переході від мізерних до насичених даних, від польового аналізу до змодельованої реальності та місцевих досліджень, від аналогових до цифрових технологій, тоді як мініатюризація та портативність змінили природу та кількість даних, котрі дають можливість відстежувати зміни, які відбуваються на об'єкті, за яким ведеться спостереження. Отже, використовуючи новітні технології можна не тільки спостерігати за змінами, які відбуваються на Сабарівському водосховищі, але й діяти на випередження та запобігати можливим негативним наслідкам, котрі можуть спричинити екологічне лихо, а й уможливити дотримання належного стану цього водосховища, котре забезпечує діяльність Сабарівської гідроелектростанції, а також служить хорошим рекреаційним об'єктом [4].

**Висновки.** Отже, з огляду на очевидну суперечність, котра полягає у використанні води всередині та поза річками, експлуатація екологічного Сабарівського водосховища стала можливим підходом до координації взаємозв'язку між соціально-економічним використанням води та екологічним використанням води в прилеглих річках. Однак екологічний попит на воду в річках в цій місцевості залишається важко задовольнити в районах, які стикаються з серйозною нестачею води, що призводить до дисбалансу між екологічним і соціально-економічним використанням води. Для того, щоб задовольнити екологічні потреби водних потоків у районах, де спостерігається дефіцит водних ресурсів, слід докласти зусиль для пошуку оптимальної схеми роботи водосховища, аби збалансувати водопостачання для екології та соціально-економічного благополуччя.

### Список використаних джерел

1. Водойми які потерпають від забруднення. URL: <https://ecology.unian.ua/naturalresources/1455473-zberegti-voduukrajinski-vodoymi-poterpayut-vid-zabrudnennya.html> (дата звернення 02.10.2023.).
2. Екологічні проблеми водосховища. URL: <https://www.udau.edu.ua/assets/files/zbirniki/conference/ekologiya/Krisatyuk.pdf> (дата звернення 02.10.2023.).
3. Збереження водойм України. URL: <https://ecology.unian.ua/naturalresources/1455473-zberegti-vodu-ukrajinskivodoymi-poterpayut-vid-zabrudnennya.html> (дата звернення 02.10.2023.).
4. Корягіна О.С. Визначення приходних складових водного балансу водосховищ України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2015. №16. С. 45-49.
5. Управління державного агенства рибного господарства у Вінницькій області. URL: [http://vn.darg.gov.ua/files/8/10\\_25\\_vin\\_zym.pdf](http://vn.darg.gov.ua/files/8/10_25_vin_zym.pdf) (дата звернення 02.10.2023.).

**Олександр САНДУЛЯК<sup>16</sup>,**  
студент 4 курсу,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ НА ВІННИЧЧИНІ**

***Анотація.** Полезахисні лісосмуги являються однією з основних частин природної сфери територіальних екосистем, так як вони виконують ряд важливих та специфічних еколого-економічних і соціальних функцій. Вони мають прямий вплив на стан водних екосистем, попереджують водну і вітрову ерозію ґрунтів, зберігають ландшафти, переешкоджають утворенню зсувів та ярів, також регулюють рівень ґрунтових вод, мають велике значення у покращенні довкілля, забезпечують отримання прогнозованих врожаїв сільськогосподарських культур та підвищують родючість ґрунтів. В даних умовах , а саме умовах глобального потепління клімату, яке сьогодні спостерігається, функціонування полезахисних лісосмуг та їх стійкість, як окремих агроекосистем, істотно змінюється, а це впливає на виконання лісосмугами своїх першочергових важливих функцій.*

***Ключові слова.** лісосмуга, флористичний склад, рекреаційні насадження.*

***Annotation.** Forest protection forest strips are one of the main parts of the natural sphere of territorial ecosystems, as they perform a number of important and specific ecological, economic and social functions. They have a direct impact on the state of water ecosystems, prevent water and wind erosion of soils, preserve landscapes, prevent the formation of landslides and ravines, also regulate the level of groundwater, are of great importance in improving the environment, ensure the forecasted harvests of agricultural crops and increase soil fertility. In these conditions, namely the conditions of global climate warming, which is observed today, the functioning of field protection forest strips and their stability as individual agroecosystems changes significantly, and this affects the performance of forest strips of their primary important functions.*

***Key words.** forest strip, floristic composition, recreational plantings.*

***Вступ.** Антропогенний вплив на природу призвела до суттєвих змін природних територій на всій території України. Сформувались нові штучні екосистеми та елементи, трансформувались природні, щов певній мірі, приваблюють і сприяють розширенню місця існування тваринного світу та сприяють синантропізації й урбанізації раніше виключно лісових видів, а з іншого боку, створюють перешкоди для існування живих організмів.*

---

<sup>16</sup>Науковий керівник - асистент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Панкова С.О.



Статичність природних елементів, яка була раніше, змінюється, тому виживання деяких видів дерев та рослинного покриву, натомість інші види ефективно розростаються, що призвело до різких змін в розповсюдженні і продуктивності деревостанів.. Досліджувані лісосмуги належать до штучно створених екосистем, вони стали функціональною складовою загальної екологічної мережі та частиною лісистості України.

**Завдання досліджень.** 1) дослідити морфологічні, особливості полезахисних насаджень. 2) встановити та оцінити реальний стан деревостану в захисних лісосмугах

**Об'єкт досліджень.** насадження захисного призначення, які знаходяться поряд з полями та дорогами, оцінити вплив сільськогосподарської діяльності, антропогенний вплив та на ураження шкідниками та хворобами.

**Мета роботи.** встановити вплив викидів автомобільного транспорту на захисні насадження, вплив сільськогосподарської діяльності.

**Методи досліджень.** досліди виконані методами порівняльної екології із застосуванням як загально прийнятих в лісівництві методик, так і описаних в роботах методичних підходах.

Винищення лісосмуг, неконтрольовані масові рубки та велике нераціональне використання можуть з найближчим часом обернутися великою екологічною катастрофою. На сьогодні лісосмуги часто є місцем самовільного вивозу сміття й страждають від випалювання стерні на прилеглих до них полях. Однією з сучасних проблем існування та функціонування лісосмуг є вирішення питання правового режиму полезахисних лісосмуг та впровадження відповідного законодавчого державного регулювання стосовно даних лісових насаджень. Болючою проблемою на сьогодні для полезахисних лісосмуг є відсутність достовірних відомостей про реальний стан насаджень.

Характеристика полезахисних насаджень різного типу на досліджуваній території класифіковано лісосмуги за флористичним складом та особливістю формування підліску . За структурою, особливості формування підліску лісосмуги поділяють на продувні (без підліску), ажурні (з середнім розвитком підліску) та щільні (з густим підліском) А.С. Будніченко; Т.М. Кузьменко. Визначено типи лісосмуг: кленово-ясеневі продувні лісосмуги, мішані продувні лісосмуги, мішані ажурні, мішані щільні лісосмуги, робінієві продувні лісосмуги та кленово-липові ажурні лісосмуги. Визначені полезахисні лісосмуги мають невелику ширину, більшість 3-4 ряди насаджень (20 м, зрідка - 30 м), рідше 1-2 ряди (5-10 м). Переважно старовікові (30-50 років.) З різною щільністю насаджень: щільні (з добре розвиненим підліском), ажурні (з середньорозвиненим підліском) і продувні (без підліска, або зі слабо розвиненим підліском) і відрізняються флористичним складом: монофлорні та поліфлорні (табл.3.1) [7].

**Флористичний склад.** *Acer platanoides* L.,1753 – 30%, *Fraxinus excelsior* L.,1753 *Tilia cordata*, Mill,1768, *Quercus robur* L.,1753, *Fraxinus excelsior*

L.,1753, *Populus alba* L., *Acer tataricum* L.,1753), *Robinieae pseudoacacia* L. 1753 *Tilia cordata*, Mill,1768, *Acer platanoides* L.,1753 наведено у таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Особливості формування підлісок**

Мішані ажурні лісосмуги	<i>Tilia cordata</i> , Mill, <i>Quercus robur</i> L., <i>Acer platanoides</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Populus alba</i> L., <i>Acer tataricum</i> L. [22]	Сформований підлісок
Мішані щільні лісосмуги	<i>Tilia cordata</i> , Mill, <i>Quercus robur</i> L., <i>Acer platanoides</i> L.,1753, <i>Fraxinus excelsior</i> L.,1753, <i>Prunus spinosa</i> L., <i>Sambucus nigra</i> L., 1753, <i>Crataegus sp.</i> , <i>Populus alba</i> L., <i>Acer tataricum</i> L.	Добре сформований підлісок. Лісосмуга загущена.

Ярусність лісосмуг виражена слабо, але для всіх типів характерний чагарниковий ярус. Щільні і ажурні лісосмуги формують підлісок. У досліджуваних лісосмугах визначили рівень зімкнутості крони, у кленово-ясенових продувних і кленово-липових ажурних лісосмугах показник становив 0,3-0,4 або 30-40%, в дубово-кленово-тополевого продувних лісосмугах – 0,4 (40%). Для дубово-кленово- липових щільних лісосмуг показник зімкнутості крони становить 0,5-0,6 або (50- 60%). [4].

Склад полезахисних лісосмуг може варіюватись залежно від цілей захисту та екологічних умов місцевості. Зазвичай, полезахисні лісосмуги складаються з декількох рядів дерев, що встановлюються вздовж ландшафтних контурів або відкритих ділянок, які вразливі до ерозії, селищних забруднень або інших негативних впливів [3].

Для того, щоб полезахисні лісосмуги були ефективними, важливо враховувати місцеві екологічні умови та природні фактори, що можуть впливати на їхню стійкість та ефективність. Наприклад, у зоні збереження водних ресурсів полезахисні лісосмуги можуть складатись з дерев, які здатні зберігати воду в кореневій системі та забезпечувати її постачання до ґрунту. У зоні ризику лісових пожеж полезахисні лісосмуги можуть складатись з дерев, які не підтримують горіння, а також з просіданням рослинності, яка може знизити швидкість поширення вогню.

**Висновки.** Сучасний екологічний стан полезахисних лісосмуг на сьогодні є досить критичним. Основними причинами цього є їх значний вік, який досягає 70-80 років, часті несанкціоновані рубки. На сьогодні є надмірне використання мінеральних добрив, синтетичних пестицидів, розорювання лісосмугових доріг та територій, надмірне їх зрідження для заготівлі дров, а іноді повне їх вирізання. Тому полезахисні лісосмуги не здатні виконувати свої природоохоронні функції в агроекосистемах [2].

Близьке розорювання полів до крайнього ряду дерев у лісосмугах, відсутність польових доріг між полем та лісосмугою, а також значний вік самих лісосмуг зумовлює розростання крон дерев та їх звисання над зораним полем, що також може позначатися на функціонуванні полезахисних лісосмуг, особливо при внесенні синтетичних пестицидів на посіви

сільськогосподарських культур. Однією з основних проблем є недостатня площа полезахисних лісосмуг, особливо в міських та промислових районах. Також важливо забезпечити належне фінансування для розширення та підтримки існуючих насаджень, збереження їх біорізноманітності та захисту від шкідників та хвороб. Для підвищення ефективності функціонування полезахисних лісосмуг, важливо розробити та впровадити науково обґрунтовану стратегію управління цими насадженнями, з урахуванням екологічних, економічних та соціальних аспектів.

Більшість лісових смуг, призначених для захисту, розташовані біля населених пунктів і відчутно забруднені побутовими відходами. Значна частка таких насаджень характеризується високим рівнем задерніння, що призводить до пожеж та пошкоджень дерев. У минулому сільське господарство України перебувало в стані занепаду. Багато державних підприємств знаходилися на межі розпаду або вже припинили своє існування. Земельні ділянки надмірно розпаювались, а збереження захисних насаджень забезпечувалося недостатньо ефективно. Як результат, стали частішими самовільні вирубки і зриви зелених зон, що призвело до знищення багатьох лісосмуг і зрідження інших [7,1].

### Список використаних джерел

1. Юхновський В.Ю., Малюга В.М., Штофель М.О., Дударець С.М. Шляхи вирішення проблеми поле-захисного лісорозведення в Україні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Львів. 2009. Вип. 7. С. 62–65.
2. Фурдичко О.І., Стадник А.П. Наукові основи функціонування системи захисних лісів і захисних лісових насаджень в агроландшафтах України. *Агроекологічний журнал*. Київ. 2010. № 4. С. 5–12.
3. Бессонова В.П., Зайцева І.А. Вміст важких металів у листі дерев і чагарників в умовах техногенного забруднення різного походження. *Питання біоіндикації та екології*. 2008. № 2. С. 62–77.
4. Павлішина О.М. Кумулятивна функція захисних лісових насаджень уздовж транспортних магістралей. *Біоресурси і природокористування*. Київ. 2014. № 1. С. 99–105.
5. Гладун Г.Б., Гладун Ю.Г. Захист автомобільних доріг лісовими насадженнями лінійного типу та їхні прогностичні обсяги. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2013. № 123. С. 103–113.
6. Денисюк Н.В., Мельник В.Й. Оцінювання фітомеліоративної ролі зелених насаджень парків і скверів північного району міста Рівне. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів. 2020. Том 30. № 2. С. 38–43.
7. Денисюк Н.В. Аналіз стану зелених насаджень Парку молоді міста Рівне. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2018. № 8(381). С. 33–39.

**Владислав СИНИЦЯ<sup>17</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, України

## ТРАНСПІРАЦІЯ, ЯК ВАЖЛИВИЙ ПРОЦЕС В РОСЛИННОМУ ОРГАНІЗМІ

***Анотація.** На транспірацію у рослин припадає приблизно три чверті води, яка випаровується на земній поверхні, і одна восьма води, що випаровується по всій земній кулі. Наявність води є одним із основних факторів, що обмежують вирощування наземних рослин у глобальному масштабі. Оскільки рослини не мають мембран, які були б одночасно проникними для CO<sub>2</sub> і непроникними для води, транспірація є неминучим наслідком фотосинтезу. Щоб контролювати втрату води, рослини покривають відносно водонепроникними поверхнями, які розділені продиховими порами. У цій статті йдеться про транспірацію, як важливий процес в рослинному організмі.*

***Annotation.** Transpiration in plants accounts for about three-quarters of the water that evaporates on the earth's surface and one-eighth of the water that evaporates around the globe. Water availability is one of the main factors limiting the cultivation of land plants on a global scale. Since plants do not have membranes that are both permeable to CO<sub>2</sub> and impermeable to water, transpiration is an inevitable consequence of photosynthesis. To control water loss, plants are covered with relatively waterproof surfaces that are separated by stomatal pores. This article is about transpiration as an important process in the plant organism.*

***Ключові слова.** вода, листя, фотосинтез, випаровування, CO<sub>2</sub>, кутикулярна лантекулярна, транспірація, тиск, когезія, осмос, мезофіти, гормони листя.*

***Вступ.** Як і всім живим організмам, рослинам також потрібна видільна система для виведення надлишку води з їхнього організму. Слід зазначити, що цей процес видалення надлишку води з організму рослини відомий як транспірація. Зазвичай це випаровування води з поверхні листя.*

*У процесі транспірації молекули води в тканинах рослин видаляються з надземних частин рослин. Лише невелика кількість води, яку поглинають рослини, використовується для росту та розвитку. Решта виводиться у вигляді транспірації.*

*Майже весь CO<sub>2</sub> фіксуються наземними рослинами, і більша частина транспірованої води проходить через ці продихові пори. Ступінь відкриття цих пор модулюється зміною статусу тургору двох оточуючих захисних клітин.*

---

<sup>17</sup>Науковий керівник: канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Сергій Амонс.

Регуляція продихової температури визначає компроміс між збільшенням CO<sub>2</sub> фіксація та зменшення транспірації для запобігання висиханню. У той же час транспірація рослин забезпечує охолодження через випаровування, утворюючи основний компонент енергетичного балансу листа. Транспірація також забезпечує рушійну силу для транспортування води та поживних речовин від коренів до пагонів. Отже, процеси транспірації впливають на врожайність і виживання сільськогосподарських видів, а також впливають на глобальні вуглецеві та гідрологічні цикли. Вони, у свою чергу, впливають на клімат і безпосередньо впливають на глобальне потепління та зміну клімату.

**Метою** статті є вивчення процесу транспірації як важливого фізіологічного механізму в рослинному організмі.

**Виклад основного матеріалу.** Рослина не використовує більшу частину води, яку вона поглинає. Близько 97–99% води втрачається через транспірацію. Транспірація визначається як фізіологічна втрата води у формі водяної пари, в основному з продихів листа, а також через випаровування з поверхні листа, квітів і стебел.

Існує три основних типи транспірації залежно від того, де відбувається процес:

**Продихова транспірація:** продихи становлять лише 3% площі поверхні листа, але більша частина втрати води відбувається через ці отвори через потреби фотосинтезу. Продихи відкриті, пропускаючи вуглекислий газ для фотосинтезу, однак це також спричиняє випаровування води в тканині мезофілу листа, якщо повітря на вулиці сухіше через такі фактори, як висока температура [1].

**Кутикулярна транспірація:** поверхня листа має воскову кутикулу, через яку може випаровуватися водяна пара.

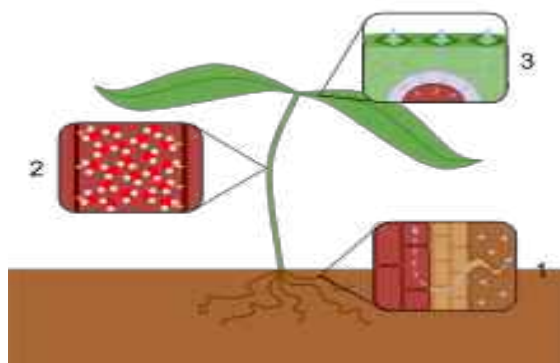
**Лінтикулярна транспірація:** сочевиці, невеликі отвори в корі деяких рослин, є ще однією областю, де можна побачити деяку втрату води. При цьому типі транспірації втрачається найменша кількість води.

Важливо наголосити на тому, що масовий потік рідкої води від коренів до листа частково зумовлений капілярною дією, але головним чином – різницею потенціалів води. Якщо потенціал води в навколишньому повітрі нижчий, ніж потенціал води в повітряному просторі листа продихової пори, то водяна пара рухатиметься вниз по градієнту та рухатиметься з повітряного простору листа в атмосферу. Відповідно цей рух сприяє тому, що знижується водний потенціал у повітряному просторі листа та викликає випаровування рідкої води зі стінок клітин мезофілу. Це випаровування збільшує напругу водних менісків у клітинних стінках і зменшує їхній радіус, і таким чином, напругу, яка діє на воду в клітинах.

Завдяки когезійним властивостям води напруга проходить через клітини листа до ксилеми листа та стебла, де створюється миттєвий від'ємний тиск, коли вода підтягується до ксилеми від коренів. Оскільки випаровування відбувається на поверхні листа, властивості адгезії та когезії працюють у тандемі, щоб витягнути молекули води з коренів через тканину ксилеми та з

рослини через продиhi. У вищих рослин і дерев силу тяжіння, що тягне воду всередину, можна подолати лише зниженням гідростатичного тиску у верхніх частинах рослин через дифузію виведення води з продиhiв в атмосферу. Вода поглинається корінням шляхом осмосу, і будь-які розчинені мінеральні поживні речовини подорожують разом з нею через ксилему.

Теорія когезії-натягу пояснює, як листя протягує воду через ксилему. Молекули води злипаються разом або виявляють згуртованість. Коли молекула води випаровується з поверхні листка, вона тягне за собою сусідню молекулу води, створюючи безперервний потік води через рослину.



*Рис. 1. Процес транспірації рослини [2]*

До рис.1 нижче вказано пояснення, тобто огляд транспірації:

1 – Вода пасивно транспортується до коренів, а потім до ксилеми.

2 – Сили когезії та адгезії змушують молекули води утворювати колонку в ксилемі.

3 – Вода рухається з ксилеми в клітини мезофілу, випаровується з їх поверхні і залишає рослину шляхом дифузії через продиhi.

Слід взяти до уваги той вагомий чинник, що рослини регулюють швидкість транспірації, контролюючи розмір продихових отворів. На швидкість транспірації також впливає потреба у випаровуванні атмосфери, що оточує лист, наприклад провідність прикордонного шару, вологість, температура, вітер і падаюче сонячне світло. Поряд із надземними факторами температура та вологість ґрунту можуть впливати на відкриття продиhiв, отже, на швидкість транспірації. Кількість води, яку втрачає рослина, також залежить від її розміру та кількості води, яку поглинає коріння. На транспірацію припадає більша частина втрати води рослиною листям і молодими стеблами. Транспірація служить для випарного охолодження рослин, оскільки вода, що випаровується, забирає теплову енергію завдяки великій прихованій теплоті пароутворення 2260 кДж на літр.

Зрештою, щоб відбулася транспірація, дефіцит тиску водяної пари в навколишньому повітрі повинен бути нижчим за водний потенціал листя. Швидкість транспірації є вищою, коли відносна вологість повітря низька, що може статися через вітряні умови або коли температура висока. При вищій відносній вологості відбувається менша транспірація.

Рівень вуглекислого газу в повітрі, який контролює відкриття продихів, також впливатиме на швидкість транспірації [3].

Крім того, різні біохімічні та морфологічні особливості рослин також впливатимуть на швидкість транспірації:

- орієнтація листя;
- площа і форма листка;
- характеристики поверхні листя, такі як товста кутикула та наявність волосків;
- корінь-пагін;
- гормони листя і кореня;
- вік рослини.

В екосистемах інші чинники, такі як видовий склад і щільність рослин, також відіграватимуть роль у визначенні великомасштабної швидкості транспірації.

Є два важливі аспекти транспірації: рух води через рослину до листя та рух з листя в атмосферу. Ці два аспекти є вирішальними в заводському та світовому масштабах.

Загально відомим є те, що кількість водяної пари, присутньої в повітрі в певний час і при температурі, виражається у відсотках від кількості, необхідної для насичення при тій же температурі. Швидкість транспірації обернено пропорційна відносній вологості. Чим більше відносна вологість, тим менше швидкість транспірації.

Висока температура знижує відносну вологість і відкриває продихи навіть у темряві. В результаті збільшується швидкість транспірації.

Продихи відкриваються вдень і закриваються в темряві. Наявність світла прямо пропорційна швидкості транспірації.

Якщо повітря нерухоме, швидкість транспірації низька. Це пояснюється тим, що водяна пара накопичується навколо транспіруючих органів і зменшує дефіцит дифузійного тиску повітря.

Якщо повітря рухається, насичене повітря навколо листя видаляється, і швидкість транспірації збільшується.

Швидкість транспірації прямо пропорційна поглинанню води коренями з ґрунту. Зменшення водо-поглинання викликає закриття продихів і в'янення, тим самим знижуючи швидкість транспірації.

Листок з більшою площею поверхні демонструватиме більшу швидкість транспірації, ніж листок із меншою площею поверхні [4].

Клітини мезофілу є важливим компонентом листя рослин і відповідають за кілька важливих функцій, включаючи фотосинтез, газообмін і регуляцію води. Ці клітини розташовані між верхнім і нижнім епідермісом листя і відіграють ключову роль у загальній фізіології рослин.

Клітини мезофілу характеризуються великою кількістю хлоропластів, які містять зелений пігмент хлорофіл. Хлорофіл необхідний для фотосинтезу, процесу, за допомогою якого рослини перетворюють світлову енергію в хімічну для виробництва глюкози та інших органічних сполук. Висока концентрація

хлоропластів у клітинах мезофілу дозволяє їм ефективно вловлювати сонячне світло та сприяти фотосинтезу.

Доцільно врахувати той чинник, що клітини мезофілу також сприяють регуляції води в рослині. Відповідно під час транспірації вода витягується з коренів через ксилему і доставляється до клітин мезофілу. Процес транспірації в свою чергу створює негативний тиск, який допомагає перетягувати воду від коренів до листя. Потрапляючи в клітини мезофілу, вода переміщується в повітряні простори листка і зрештою виходить через продихи у вигляді водяної пари [1].

Фізично рослини, які живуть у місцях з низькою вологістю, зазвичай мають меншу площу листя, тому випаровування обмежене. І навпаки, рослини у вологих районах, особливо в умовах слабого освітлення, як-от рослинність підліску, можуть мати велике листя, оскільки потреба в достатньому сонячному світлі підвищена, а ризик шкідливої втрати води низький. Багато пустельних рослин мають дрібне листя, яке опадає під час посушливих періодів, що майже усуває втрату води під час сухого сезону.

**Висновок.** Отже, транспірація в рослинах є найважливішим процесом. За відсутності транспірації надлишок води буде накопичуватися в рослинних клітинах, і клітини з часом лопнуть. Більше 10% вологи на Землі утворюється за рахунок транспірації. Відомо, що це частина кругообігу води.

Продихи листя є основними місцями транспірації і складаються з двох захисних клітин, які утворюють невеликі пори на поверхні листя. Охоронні клітини контролюють відкриття та закриття продихів у відповідь на різноманітні подразники зовнішнього середовища та в свою чергу можуть регулювати швидкість транспірації з тією метою, щоб зменшити втрату води. Темрява та внутрішній дефіцит води призводять до закриття продихів і зменшення транспірації; освітлення, достатнє водопостачання та оптимальна температура відкривають продихи та збільшують транспірацію. Як відомо, багато рослин закривають свої продихи за умов високої температури для того, щоб зменшити випаровування, або за високих концентрацій вуглекислого газу, коли рослина, ймовірно, має достатню кількість для фотосинтезу.

### Список використаних джерел

1. Авксентьєва О.О. та ін. Фізіологія та біохімія рослин: малий практикум: навч.- метод. посіб. Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. 151 с.
2. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин». Суми: Університетська книга, 2019. 463 с.
3. Кірпи́чев І.В., Чеченева Т.М. Практикум з фізіології та основ біотехнології рослин:навч. посіб. для ВНЗ. Луганськ: Елтон 2, 2019. 160 с.
4. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Фізіологія рослин. «Вінниця: Нова книга, 2018. 413 с».



**Oleksandra SKOMAROVSKA<sup>18</sup>,**  
2nd year student,  
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,  
Vinnytsia National Agrarian University  
Vinnytsia, Ukraine

## **INFLUENCE OF AQUATIC FACTORS ON THE SPREAD OF LIVING ORGANISMS**

***Annotation.** this article examines the influence of aquatic environmental factors on the distribution of living organisms. The aquatic environment is an important ecological factor for most living things, and its pollution and other changes can affect their life and distribution. The article describes various factors such as oxygen level, temperature, pollution level, availability of nutrients and others and their effect on living organisms. The interaction between various factors and their total impact on aquatic ecosystems is also investigated.*

***Keywords.** aquatic environment, pollution, oxygen, temperature, living organisms, nutrients, ecosystem.*

***Анотація.** ця стаття досліджує вплив факторів водного середовища на поширення живих організмів. Водне середовище є важливим екологічним чинником для більшості живих істот, і його забруднення та інші зміни можуть впливати на їх життєдіяльність та поширення. Стаття описує різні фактори, такі як рівень кисню, температура, рівень забруднення, наявність поживних речовин та інші, і їх вплив на живі організми. Також досліджується взаємодія між різними факторами та їхній сумарний вплив на водні екосистеми.*

***Ключові слова.** водне середовище, забруднення, кисень, температура, живі організми, біогенні речовини, екосистема.*

The aquatic environment is an important environmental factor that affects the life and distribution of living organisms. In the past, many scientists studied the influence of various factors of the aquatic environment on living organisms. For example, studies were conducted on water pollution, water temperature, water chemical composition and other factors. In this article, we will consider the research of some scientists and their conclusions regarding the influence of factors of the aquatic environment on living organisms.

For many years, scientists have been conducting research on the influence of water environment factors on living organisms [2-3]. For example, studies conducted under conditions of water pollution have shown that water pollution

leads to the death and reduction of the population of some species of fish and other aquatic organisms. Studies have also shown that water pollution can affect the health of people who consume contaminated water or foods containing contaminated fish.

---

<sup>18</sup>Науковий керівник: Малик В. М. викладач кафедри Української та іноземних мов.

Other studies have shown [6] that the temperature regime of water has a significant impact on the development and reproduction of various types of aquatic organisms. Some studies have shown that rising water temperatures can lead to a decrease in the number and size of aquatic organisms. Other studies have shown that a decrease in water temperature can also lead to the deterioration of the development and reproduction of some species of aquatic organisms.

The chemical composition of water can also affect the vital activity and reproduction of aquatic organisms. Some studies have shown [1-2] that a high level of oxygen in water is necessary for the life of many aquatic organisms, while a low level of oxygen can lead to their death. Other studies have shown that the content of various substances, such as nitrogen and phosphorus, can affect the growth of algae and other types of vegetation in water, which in turn can affect populations of fish and other aquatic organisms.

Research by specific scientists also confirms the influence of factors of the aquatic environment on living organisms. For example, in a study conducted by B. Smith and his colleagues [9], it was shown that water pollution can affect the development and reproduction of populations of some fish species. Another study conducted by E. Johnson [8] and her colleagues showed that changes in the chemical composition of water can affect the population of algae and other vegetation in the water.

Research by D. Brown [5] and his colleagues showed that changes in the chemical composition of the water environment can have a significant impact on living organisms. Their research proved that an increase in water acidity can lead to a decrease in the population of some species of fish and other aquatic organisms.

Research by V. Johnson [8] and her colleagues showed that the introduction of foreign species of plants and animals into aquatic environments can have a serious impact on local populations and biodiversity. Her research has also shown that some foreign species can become dangerous competitors for native species that do not have the necessary competitiveness.

Research by L. Smith [9] and her colleagues showed that changes in the level of salt in water can have an impact on living organisms, in particular on the growth and development of fish. Their research proved that increasing the level of salt in the water can lead to a decrease in the growth of fish and a decrease in their weight.

Scientific studies [3-5] show that the aquatic environment has a significant impact on the vital activity and distribution of living organisms. Factors such as temperature, chemical composition, pollution, and others can affect various aspects of aquatic life, such as development, reproduction, health, and population performance.

One of the factors that affect aquatic organisms is water temperature. Research shows that changes in water temperature can lead to changes in the development and reproduction of various types of aquatic organisms. For example, studies conducted on rivers in America and Europe have shown that rising water temperatures have an impact on the population decline of some species of fish and invertebrates.

Another factor that affects aquatic organisms is the chemical composition of the water. Research shows that changes in the chemical composition of water can

have an impact on the health and development of aquatic organisms. For example, water pollution with chemicals such as pesticides and toxic metals can kill and reduce the population of some species of fish and other aquatic organisms.

The third factor that affects aquatic organisms is water pollution. Research shows that water pollution can have an impact on the health and population indicators of aquatic organisms. For example, water pollution with waste and emissions from industrial enterprises can lead to a decrease in the amount of oxygen in the water, which can cause the death of many types of aquatic organisms [1].

In addition, other factors such as oxygen levels, underwater structures, and water salinity can also affect aquatic life. For example, changes in oxygen levels in water can lead to fewer fish and other aquatic animals, while changes in salinity levels can affect the variety of species that can live in a particular aquatic environment.

However, the analysis of scientific sources gave us the opportunity to determine the features of the influence of factors of the aquatic environment on the distribution of living organisms, including the following:

1. Oxygen level: most living organisms in the aquatic environment need oxygen for their vital activities. A low level of oxygen in the environment can lead to a decrease in the number and diversity of species.

2. Temperature: the temperature of the water environment can affect the rate of development and reproduction of biological organisms. Changes in temperature can promote the emergence of new species, but can also lead to the extinction of some species.

3. Level of pollution: Pollution of the aquatic environment can have a serious impact on living organisms, in particular by reducing the diversity and number of species. Pollution can be caused by both industrial emissions and waste from agriculture and urban life.

4. Availability of nutrients: Nutrients such as nitrogen and phosphorus can promote the growth of algae and other plants. This can affect the number and diversity of fish and other species, in particular by reducing the amount of oxygen in the water [4].

Summing up, the influence of water environment factors on the distribution of living organisms is complex and depends on the interaction of various factors. Pollution and climate change can worsen the condition of the aquatic environment and lead to a decrease in the diversity and number of species. Aquatic ecosystems are important for many human needs, including fisheries and tourism, so it is important to maintain their ecological balance and protect them from negative impacts of human activities.

Therefore, the factors of the water environment can have a significant impact on the vital activity and distribution of living organisms in water. Understanding these factors is important for preserving the biodiversity of aquatic ecosystems and ensuring the sustainable use of water resources. In order to preserve biodiversity and ensure the stability of water ecosystems, it is necessary to observe the norms and

rules of environmental safety, which allow maintaining water quality at a high level and reducing the negative impact of human activity on water resources.

### References

1. Bulgakova M.A. The influence of water pollution on living organisms. A young scientist. Kyiv, 2017.6(39). P.197-199.
2. Voytenko G. P., &Kostyuk V. A. Influence of hydrochemical factors on biotic components of aquatic ecosystems. Scientific notes of Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy. Series: Geodesy, cartography, aerial photography and geoinformatics. Ternopil, 2018. P. 7-15.
3. Denysenko V. A., &Gryshko L. V. The influence of endoecological factors on the ecology and distribution of fish of the Dniester massif of water bodies. Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Series: Biology. Ternopil, 2017. 3(67). P. 144-147.
4. Kompanets V. O. The impact of chemical pollution of aquatic ecosystems on population health and biodiversity. Current issues of toxicology, 2(37). Odesa, 2020. P. 60-64.
5. Brown J., Smith B., Johnson E. The effect of changes in water chemistry on aquatic organisms. *Water Research*, vol. 42, no. 12, 2008, pp. 2797-2806.
6. Jones E., JohnsonE., Smith B. Chemical composition of water and its effects on aquatic plant populations. *Aquatic Botany*, vol. 142, 2017, pp. 54-63.
7. Jones E., Smith B., JohnsonE. The effects of nutrient loading on aquatic ecosystems. *Journal of Environmental Management*, vol. 212, 2018, pp. 181-189.
8. Johnson E., BrownJ., Smith B. The impact of water pollution on fish populations. *Environmental Pollution*, vol. 245, 2019, pp. 297-306.
9. Smith B., BrownJ., Johnson E. The effect of temperature on aquatic organisms: a meta-analysis. *Global Change Biology*, vol. 23, no. 1, 2017, pp. 182-190.

**Надія СМАЛЬ<sup>19</sup>,**  
студентка 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДИНИ ROSACEAE

*Анотація.* Родина Rosaceae включає в себе багато видів, що мають велике значення як для природи, так і для людства. Ця стаття розглядає генетичні ресурси родини Rosaceae, їхню важливість та можливості використання в галузі сільського господарства та біології.

---

<sup>19</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ ТЕТЯНА Аралова

**Annotation.** *The family of Rosaceae includes many species that are of great importance for both nature and mankind. This article examines the genetic resources of the Rosaceae family, their importance, and potential uses in agriculture and biology.*

**Вступ.** Розові (Rosaceae) – велика родина, що налічує 100 родів і 3000-3350 видів, поширена по всьому світу, але зростає переважно в помірних і субтропічних регіонах Північної півкулі. Єдиний представник родини з щоклоподібними квітками, характерний для тропіків Південної півкулі. Практичне значення цієї родини дуже велике. Найвідоміші плодові культури помірної зони (*Pyrus communis* L., *Malus domestica*, *Cydonia oblonga*), кісточкові (*Prúnus* subg. *Cérasus*, *Prúnus pérsica*), ягідні (*Rúbus idáeus*), декоративні (*Rosa* L, *Filipéndula ulmária*) та лікарські (*Rosa canina* L.). В Україні налічується 289 видів у 40 родах [1, 2].

**Виклад основного матеріалу.** Представники родини *Rosaceae* характеризуються різноманітністю життєвих форм. Деревя, чагарники і трави часто чергуються, з колючками, зрощеними з основами листків. Тичинки численні, зазвичай удвічі більші, ніж маточки, і розташовані періодично. Квітколоже (гіпантій) чашоподібне, сплюснене, увігнуте або опукле, всі квіткі, крім маточки, несуть на краях черешка. Плодові тіла – листкові, ядроподібні, сім'ядольні, плодолистки, коробочки (скупчені або поодинокі, справжні або псевдоплодолистки).

Більшість представників цієї родини добре пристосовані до умов вирощування в Україні. Представників родини розових використовують як для кімнатного озеленення, так і для зовнішнього фітодизайну.

Квітучі рослини з тривалим періодом цвітіння досить поширені для зовнішнього озеленення, їх також використовують як плодові культури (містять значну кількість вітамінів), застосовують у кондитерській промисловості та з лікувальною метою [3].

Одним із найпоширеніших у помірній зоні північної півкулі можна вважати рід перстачів *Potentilla* L, який налічує понад 300 видів.

Характерною особливістю роду є надзвичайна різноманітність його представників. Це одно-, дво- і багаторічні кореневищні трав'янисті рослини, інколи напівкущики та широка гама його сортів. Але більшість декоративних видів перстачів належить до трав'янистих багаторічників. Рослини мають прямостоячі, розлогі чи повзучі стебла. Прекрасні декоративні трійчасті, пальчасті і навіть пірчасті листки. Квіткі п'ятипелюсткові, жовті, рідше білі, рожеві, червоні, поодинокі чи зібрані в суцвіття. Квітують з настанням літа і до осені. Всі вони сонцелюбні, доволі посухостійкі та невибагливі до ґрунтів. По всій території України росте перстач гусячий (*Potentilla anserine* L), або як більшість його звикли називати – гусячі лапки, та перстач сріблястий (*Potentilla argentea* L). Багатьом прихильникам народної медицини відомий перстач прямостоячий (*Potentilla erecta* L.), або калган. За свої цілющі властивості рід і отримав латинську назву. («potens» – міць, сила) [4, 5].

Рід шипшина або троянда (*Rosa*) – великий і дуже поліморфний рід, у природі шипшини легко схрещуються даючи гібриди і форми різного таксономічного значення. Загалом у флорі України налічується понад 80 видів шипшини та природних гібридів. Це колючий чагарник з непарноперистим листям. Дикорослі види шипшини зазвичай мають немахрові квіти з п'ятиколірними пелюстками. Плоди шипшини містять аскорбінову кислоту (вітамін С), цінну сировину, що виробляється в промислових масштабах. Троянди мають велике значення в декоративному садівництві. Троянди не мають собі рівних за красою і тонким ароматом. В даний час існує більше 10 000 сортів троянд, і кількість сортів збільшується з кожним роком. Майже всі культивовані сорти троянд (махрові або напівмахрові) походять від декількох видів. Вони є результатом багатовікової селекції, отриманої в результаті схрещування між сортами або з культурними сортами [6].

Рід малина, ожина (*Rubus*) великий (понад 650 видів) і дуже поліморфний рід. Це переважно колючі кущі поширені в помірних і холодних областях північної півкулі і в гірських районах субтропіків. Часто утворюють непрохідні зарості, особливо в гірських лісах. В Україні росте 39 видів роду *Rubus*. Найважливішим видом роду є малина (*Rubus idaeus*). Це багаторічна трав'яниста рослина, напівчагарник або кущ з однорічними, прямостоячими або дугоподібно вигнутими стерильними пагонами (туріонами) та дворічними з дерев'янистими, прямостоячими або прямостоячими стеблами, більш-менш густо вкритими колючками і щетинками, на другий рік стебла безплідні і ростуть лише листки; на другий рік утворюються плодові гілочки. Листки черешкові, колючі, складні з 3-5 листочками, рідше прості, цілокраї або більш-менш клиноподібні. Квітки одностатеві або частіше в простих або дводомних суцвіттях (дихотомічні суцвіття), дводомні, іноді гермафродитні і одностатеві. Суцвіття сплюснуті або воронкоподібні. Чашолистків і пелюсток 4 (5), іноді 6–8, чашолистки залишаються при плодах. Тичинки і маточки численні, зав'язь одна, стовпчик короткий, ниткоподібний, бічний (розширюється біля верхівки зав'язі), тичинки прості. Плід складний, зазвичай складається з соковитого ядра. Солодкі, ароматні плоди їдять свіжими або переробленими. Сушені плоди мають чудові потогінні властивості і широко використовуються в народній медицині [7].



*Рис.1-3 Форми Rubus saxatilis*

У лісах і чагарниках (часто у вологих місцях) різні види ожини, особливо сиза (*Rubus caesius*), можуть утворювати зарості. Дуже колючий чагарник з чорними їстівними плодами. Ожина червоноплідна (*Rubus saxatilis*) поширена

у світлих хвойних лісах в Україні та по всій Євразії. Морошка (*Rubus chamaemorus*) росте на водно-мохових болотах від півночі до Полярного кола.

Рід Груша (*Pyrus*). Листки чергові, цілокраї, пилчасті або зубчасті, рідко перисті, рано опадають. Квітки великі, маточкові і тичинкові, в щитках на кінцях укорочених пагонів. Чашолистки з 5 райдужними частками. Пелюсток 5. Тичинок 20–50. Зав'язь з 5 сім'ябруньок. Стовпчиків 5, вільних. Плід – псевдокістянка, грушоподібна або часто округла у диких груш, соковита, з численними кам'янистими клітинами в м'якоті. Відомо близько 20 видів диких груш, особливо на Кавказі та в гірських районах Середньої Азії. В Україні росте два види. У лісах і долинах майже скрізь росте груша звичайна (*Pyrus communis*), яка є хорошим донором культурних сортів, об'єднаних під загальною назвою груша домашня (*Pyrus domestica*) [8]. У світі налічується понад 1 000 сортів груш. Після яблуни груша є найважливішою фруктовую культурою в Україні. Історія її вирощування налічує багато століть. Ще Теофраст розрізняв дикі та культурні сорти груш, а стародавні греки вже знали про щеплення. Кращі сорти груш за смаковими якостями не поступаються яблукам. Хоча вміст цукру в них нижчий, ніж у яблуках (7–13%), вони солодші завдяки меншій кислотності.



*Рис.4-6 Фото Pyrus communis*

Рід Суниці (*Fragaria*). Кореневище розгалужене, утворює прикореневу тричленну двочленну розетку з довгим черешком, з повзучими стерильними пагонами на рівні землі, які у вузлах вкорінюються, утворюючи нові розетки. Квітконосні стебла прямостоячі, з кількома невеликими цілісними або трійчастими листками лише під суцвіттям. Квітки або маточкові, або поєднання маточки і тичинки в головчастому суцвітті. Чашолистки п'ятикутні, зрослися з п'ятьма вторинними чашолистками, меншими за чашолистки. Пелюсток 5, білих або жовтувато-білих. Тичинок і квітконіжок багато (залежно від кількості сім'ядолей). Плід – червона або рожева, соковита, товстом'ясиста псевдокістянка з численними дрібними, схожими на горіхи плодовими намистинками в увігнутій частині. Несправжні плоди всіх видів роду соковиті і солодкі. У дикій природі на піщаних ґрунтах і чагарниках зустрічається суниця лісова (*Fragaria vesca*), яка дає червоні ягоди, і суниця мускусна (*Fragaria moschata*), яка дає рожеві або зеленуваті ягоди. Зелена суниця (*Fragaria viridis*) росте на трав'янистих схилах і кущах у каньйонах і дає жовтувато-білі, рідше рожеві «плоди» [8]. Всі культивовані сорти полуниці є результатом гібридизації між *Fragaria virginiana* та *Fragaria chiloensis*. Зараз ці види об'єднані в один вид,

який називається суниця садова (*Fragaria ananassa*) і має багато різновидів. Полуничні «плоди» смачні, містять вітамін С, фосфор і залізо і широко вживаються в їжу у свіжому або переробленому вигляді.



**Рис.7-9 Фото *Fragaria vesca***

Належить до родини розоцвітих Хеномелес японський (*Chaenomeles japonica* Thunb.) – це декоративна й плодова, медоносна та меліоративна культура походить із Східної Азії (Китай, Японія) [9], 0,3–3 м заввишки, з гарним декоративним виглядом, що робить його широко доступним для зеленого будівництва, особливо в одиночних, алейних і групових посадках. Хеномелес – посухостійка і зимостійка рослина. Ростає в різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах і є ґрунтонезалежною. Найкраще висаджувати на світлих ділянках. Основними характеристиками японського хеномелесу є швидке плодоношення, цілорічне плодоношення та висока врожайність (1–10 кг з куща). Він майже не уражається шкідниками та хворобами. Плоди містять високий вміст біологічно активних речовин і широко використовуються в їжу як для дітей, так і для дорослих.



**Рис.7-8 Фото *Chaenomeles japonica* Thunb**

Як промислова культура Хеномелес японський широко використовується в країнах Балтійського моря, де його вирощують на площах до 45 га. Рослина може успішно використовуватися для лікування шлунково-кишкового тракту. Вона також є інгредієнтом безалкогольних напоїв з дуже приємним ароматом і смаком. Плоди містять високий вміст вітаміну С, в 10 разів більше, ніж лимони, що імпортується в Україну.



**Висновок.** Генетичні ресурси родини Rosaceae мають велике значення як для природи, так і для людства. Вони представляють унікальні гени та генофонди рослин, які можуть бути використані для збереження біорізноманіття та покращення сільського господарства. Ці ресурси є цінним активом і вимагають належного управління та охорони для майбутніх поколінь.

#### Список використаних джерел

1. Wagner, I., and N. F. Weeden. Isozymes in *Malus sylvestris*, *Malus domestica* and in related *Malus* species. *Acta Hort.* 2012. P.51–56.
2. Robinson, J. P., S. A. Harris, and B. E. Juniper. Taxonomy of the genus *Malus* Mill.(Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus domestica* Borkh. *Plant Syst.Evol.* 2011.P.35–58.
3. Яворівський Р., Наконечна А. Видовий склад родини Rosaceae Juss. у флорі Золочівського району Львівської області. Матер. VIII Міжнар. наук.-практ.конф. «Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи» (30 квітня 2020 р.). Конін–Ужгород–Бельско-Бяла. Київ: Посвіт, 2019, С. 349–351.
4. Собко В. Г. Рід *Rosa* L. (Rosaceae) у флорі Тернопільського плато Інтродукція рослин. Міжнар. наук. журн. К. : Наукова думка. 2004. № 4, С. 10–13.
5. Kovalenko P.G. Secondary metabolites synthesis in transformed cells of *Glycyrrhiza glabra* L. and *Potentilla alba* L. as producers of radioprotective compounds. *Ukrainica Bioorganica Acta.* 2014. P. 13–22.
6. Рубцова О.Л. Найважливіші історичні етапи інтродукції видів роду *Rosa* L. Історія української науки на межі тисячоліть, 2012, С.191–197
7. В. С. Нікітіна .Листя малини і ожини їх антиоксидальна активність. Хім.- фарм. журнал. 2000. 34 №11, С. 25–27.
8. Гродзінського А.М. Суниці лісові : енциклопедичний довідник. Київ : Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 2021, С. 415–420.
9. S. A. Spongberg. *Chaenomeles japonica* (Thunberg) Lindley ex Spach. *Flora of China.* 2003.Vol. 9. P. 173.

**Софія СУШКО<sup>20</sup>,**  
студентка 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університету  
Вінниця, Україна

## **ЗЕЛЕНИЙ ВОДЕНЬ ДЛЯ УКРАЇНИ ВОДНЕВІ ДВИГУНИ**

***Анотація.** Дана стаття розглядає перспективи використання «зеленого водню» в Україні та роль водневих двигунів у сучасному транспортному секторі. «Зелений водень» вказує на водень, який виробляється з використанням відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, з метою зменшення викидів парникових газів. Автор обговорює переваги цього підходу, включаючи екологічну чистоту, високу енергетичну потужність та можливість швидкого заправлення водневих автомобілів.*

***Annotation.** This article discusses the prospects of using «green hydrogen» in Ukraine and the role of hydrogen engines in the modern transportation sector. «Green hydrogen» refers to hydrogen produced using renewable energy sources such as solar and wind energy, with the aim of reducing greenhouse gas emissions. The author discusses the advantages of this approach, including environmental cleanliness, high energy density, and the ability to quickly refuel hydrogen-powered vehicles.*

***Постановка проблеми.** Україна, як і багато інших країн, стикається з серією важливих проблем у сфері енергетики та транспорту, які потребують уваги та розв'язання. Однією з таких проблем є забруднення повітря та залежність від імпорту нафти та газу. Ці проблеми мають значний негативний вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище і потребують негайних заходів для зменшення впливу.*

*У цьому контексті важливо розглянути можливість використання «зеленого водню» як альтернативного джерела енергії та водневих двигунів у сучасному транспортному секторі. Основні проблеми, які виникають у цьому контексті:*

*Екологічні проблеми.* Викиди парникових газів та інших шкідливих речовин від транспортних засобів, які працюють на нафтовому та газовому пальному, призводять до забруднення повітря та зміни клімату. Це створює загрозу для здоров'я населення та навколишнього середовища.

*Залежність від імпорту.* Україна імпортує значну кількість нафти та газу, що створює економічну залежність та ризик для енергетичної безпеки країни. Розвиток альтернативних джерел енергії та водневих технологій може допомогти зменшити цю залежність.

---

<sup>20</sup>Науковий керівник – Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Використання відновлюваних джерел енергії є. Виробництво «зеленого водню» в Україні вимагає великих інвестицій у сонячні та вітрові електростанції, а також водневі технології. Постановка ефективної системи виробництва та інфраструктури є складним завданням.

Технічні та інфраструктурні виклики. Водневі двигуни та інфраструктура для їх заправки потребують значних інвестицій та адаптації. Для успішного впровадження цих технологій необхідно вирішити ці технічні та інфраструктурні виклики.

Постановка цих проблем важлива для того, щоб розпочати обговорення можливих шляхів вирішення даних питань та сприяти розвитку більш стійкого екологічного, ефективного енергетичного та транспортного сектору в Україні.

**Виклад основного матеріалу.** Водень можна вважати універсальним паливом для транспортних засобів, оскільки він має абсолютну екологічну чистоту, може замінити бензин, дизельне паливо і мазут в усіх видах теплових двигунів. Європа вже включила водень в свою «зелену стратегію» безкарбонного майбутнього континенту. Звернути увагу на цей новітній різновид пального варто і Україні.

Зважаючи на це, виникає ряд запитань. Чи всі різновиди водню є сталими та екологічними? Якими є перспективи і проблеми застосування цього виду палива в транспортному секторі? Як Україна може скористатися періодом відбудови країни, щоб сприяти поширенню водневого транспорту в державі?

Перехід до зеленої водневої економіки був закріплений європейською Водневою стратегією, яка є складовою правового підґрунтя Європейського зеленого курсу (далі – ЄЗК), який Європарламент ухвалив в 2020 році. Його загальна мета – зробити Європу кліматично нейтральною до 2050 року, захистити біологічне різноманіття, екологізувати економіку. Основи та напрямки розвитку ЄЗК закладені в комюніке.

Синхронізуючи свою політику з ЄС, Україна має намір досягти кліматичної нейтральності до 2060 року. Задля підтримки розвитку водневої галузі і на виконання схваленої Водневої стратегії, в липні 2020 Європейська Комісія утворила «Європейський альянс з чистого водню».

В Україні Воднева стратегія поки що на стадії розробки, проте «Національна транспортна стратегія», «Стратегія розвитку енергетики» та «Дорожня карта широкого впровадження водневої енергетики в Україні» представляють міцну стратегічну основу для політики, спрямованої на збільшення частки відновлюваних джерел енергії в транспорті на основі біопалива, електроенергії і водню. На рівні технічних норм в Україні вже регулюються такі питання як якість водневого палива, основні концепції щодо безпеки водневих систем та застосування водневих генераторів з використанням електролізу води.

Якими є різновиди водню за кліматичним впливом? Очікується, що відновлювальна електроенергія декарбонізує велику частку енергетики ЄС до 2050 року, зокрема за рахунок розповсюдження водневої енергії. Варто

пам'ятати, що види водню є різними за методами вироблення, і, відповідно, за екологічністю.

Сірий водень утворюється з викопних палив та вугілля і становить приблизно 95% водню, що виробляється сьогодні у світі. На жаль, в процесі його виробництва утворюються парникові гази.

Найбільш перспективними вважаються 2 види водню: синій та зелений. Синій виробляється з викопних палив, але в процесі відбувається уловлювання вуглецю. Зелений – виробляється з відновлювальних джерел енергії шляхом поділу води на два атоми водню і один атом кисню за допомогою процесу електролізу. Саме зелений водень називають «чистим воднем» і він є найперспективнішим з точки зору декарбонізації різних секторів, зокрема транспортного.

Також виділяють жовтий водень, отриманий за допомогою електроенергії АЕС. Прихильники атомної енергетики наполягають, що жовтий водень може бути таким само екологічно чистим, як і зелений. Всі види водню, їхні процеси та їх ресурс можемо розглянути на зображенні нижче. (рис.1).



Рис. 1. Види водню

Зелений водень стає все більш актуальним поняттям у сучасному енергетичному світі. Це вид водню, який виробляється з використанням відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, а також інших низьковуглецевих методів. Головною метою виробництва зеленого водню є зменшення викидів парникових газів та екологічне збереження.

Однією з основних переваг зеленого водню є екологічна чистота. Під час виробництва зеленого водню не викидаються шкідливі речовини або парникові гази, і робочим продуктом є лише вода. Це робить зелений водень одним з найбільш екологічним серед альтернативних джерел енергії.

Крім того, зелений водень має високу енергетичну потужність та може забезпечувати велику кількість енергії на довгий час. Це робить його привабливим для різних галузей, включаючи транспорт, виробництво електроенергії, та виробництво водневого пального.

У зв'язку з ефективністю та низькими викидами, водневі двигуни стають все більш популярними. Ці двигуни використовують водень як джерело енергії для генерації руху. Однією з переваг водневих двигунів є їх екологічна безпечність – вони не викидають шкідливих викидів в атмосферу, і їхнім єдиним робочим продуктом є вода, що може легко відчищатися.

Додатковою перевагою водневих двигунів є швидкість заправки. Водневі автомобілі можуть бути заправлені всього за декілька хвилин, що робить їх більш конкурентоспроможними у порівнянні з електричними автомобілями, час заправки яких значно довший.

Проте, важливо враховувати, що виробництво зеленого водню вимагає значних інвестицій та інфраструктури для ефективного використання. Також існують виклики, пов'язані зі зберіганням, транспортуванням та безпекою водню.

Україна може вигідно використовувати ці технології для зменшення викидів парникових газів, залежності від імпорту нафти, та розвитку внутрішнього ринку зеленого водню. Для цього потрібна підтримка уряду, інвестиції в дослідження та інфраструктуру, а також розвиток освіти та досліджень в цій галузі.

Зелений водень стає все більш актуальним поняттям у сучасному енергетичному світі. Це вид водню, який виробляється з використанням відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, а також інших низьковуглецевих методів. Головною метою виробництва зеленого водню є зменшення викидів парникових газів та екологічне збереження.

Однією з основних переваг зеленого водню є екологічна чистота. Під час виробництва зеленого водню не викидаються шкідливі речовини або парникові гази, і робочим продуктом є лише вода. Це робить зелений водень однією з найекологічніших альтернативних джерел енергії.

Крім того, зелений водень має високу енергетичну потужність та може забезпечувати велику кількість енергії на довгий час. Це робить його привабливим для різних галузей, включаючи транспорт, виробництво електроенергії, та виробництво водневого пального.

У зв'язку з ефективністю та низькими викидами, водневі двигуни стають все більш популярними. Ці двигуни використовують водень як джерело енергії для генерації руху. Однією з переваг водневих двигунів є їх екологічна безпечність - вони не викидають шкідливих викидів в атмосферу, і їхнім єдиним робочим продуктом є вода, що може легко відчищатися.

Додатковою перевагою водневих двигунів є швидкість заправки. Водневі автомобілі можуть бути заправлені всього за декілька хвилин, що робить їх більш конкурентоспроможними у порівнянні з електричними автомобілями, час заправки яких значно довший.

Проте, важливо враховувати, що виробництво зеленого водню вимагає значних інвестицій та інфраструктури для ефективного використання. Також існують виклики, пов'язані зі зберіганням, транспортуванням та безпекою водню.

Україна може вигідно використовувати ці технології для зменшення викидів парникових газів, залежності від імпорту нафти, та розвитку внутрішнього ринку зеленого водню. Для цього потрібна підтримка уряду, інвестиції в дослідження та інфраструктуру, а також розвиток освіти та досліджень в цій галузі.

Зелений водень та водневі двигуни – це дві важливі технології, які можуть відіграти ключову роль у розвитку стійкої енергетики та транспорту в Україні.

Зелений водень – це водень, який виробляється з використанням відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія. Процес виробництва «зеленого водню» включає електроліз води, де електричний струм розщеплює воду на водень та кисень. Головною перевагою «зеленого водню» є те, що цей процес не викидає викидів парникових газів, і тому він є екологічно чистим джерелом енергії. Україна, маючи значний потенціал у відновлюваних джерелах енергії, може використовувати цю технологію для виробництва «зеленого водню» та зменшення викидів.

Водневі двигуни, у свою чергу, представляють собою альтернативний варіант для транспортування. Вони використовують водень як джерело енергії, яке згоряє у реакції з киснем, при цьому утворюючи лише водяну пару як продукт. Це означає, що водневі двигуни не викидають шкідливих викидів у атмосферу і не сприяють забрудненню повітря. Водневі двигуни також відзначаються високою ефективністю та можливістю швидкого заправки, що робить їх конкурентоспроможними на ринку транспорту.

Для України використання зеленого водню та водневих двигунів важливо з погляду:

1. Зменшення викидів парникових газів. Використання «зеленого водню» допоможе Україні досягти своїх цілей щодо зменшення викидів парникових газів та боротьби з кліматичними змінами.

2. Споживання власних відновлюваних ресурсів. Україна має великий потенціал у відновлюваних джерелах енергії, і використання їх для виробництва водню може сприяти енергетичній незалежності.

3. Модернізація транспортного сектору. Водневі двигуни можуть допомогти у модернізації автомобільного та громадського транспорту, зменшуючи забруднення та залежність від нафтопродуктів.

Проте, для успішного впровадження цих технологій в Україні потрібні інвестиції в дослідження та інфраструктуру, регулююча підтримка від уряду та

партнерство з приватним сектором. Зелений водень та водневі двигуни можуть сприяти створенню стійкого, екологічно чистого та енергетично ефективного майбутнього для України.

Як світ та Україна мають стимулювати розвиток водневого транспорту? Прогнозується, що на водень і одержане з водню синтетичне паливо припадатиме 2% від загального попиту енергії у транспортній сфері у 2030 році, 13% – у 2040 році та 25% – у 2050 році. На жаль, темпи нарощування виробництва зеленого водню обмежені. Це паливо буде в дефіциті ще довгий час, тому «зелена» промислова політика повинна це враховувати.

Поки зелений водень не досягне комерційної привабливості, передбачається, що розбудова цього сектору буде стимулюватися на європейському та національному рівнях. Витрати на його виробництво в найближчі 10 років будуть зменшуватись, але питання щодо його транспортування та зберігання ще залишаються головним «пазлом», який потрібно скласти. Зокрема, для подальшого прогресу необхідний розвиток мережі водневих заправних станцій.

За розрахунками експертів НАНУ, Україна має значний природний потенціал для виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії, що також дозволяє виробляти водень. Загальний потенціал середньорічного виробництва зеленого водню в нашій державі становить близько 505 млрд кубометрів. За прогнозами, за умови сприятливої державної політики, Україна здатна виробляти 1 млрд кубометрів відновлюваного водню до 2030 року, а до 2040 року цей показник може зрости до 5 млрд кубометрів.

Територія України може стати майданчиком для виробництва водню не тільки для власних потреб у чистій енергії, але й для експорту на ринок Євросоюзу. Для розвитку водневої паливної галузі в Україні необхідна передусім державна підтримка у вигляді гармонізованого з європейськими нормами законодавства та прозорих правил під час отримання необхідної дозвільної документації.



Рис. 2. Кількість водневих заправок у світі

Різні кроки вже здійснюються державою задля розвитку системи транспортування та зберігання водню в Україні. Зокрема, оператор газотранспортної системи на даний момент вбачає перспективним для транспортування суміші водню з природним газом магістральний український газопровід «Прогрес». Компанії Нафтогаз і Укртрансгаз, в свою чергу, вже приєдналися до ініціативи «H2EU+Store». Вона передбачає виробництво зеленого водню з відновлюваних джерел енергії на заході України з можливістю його зберігання в українських газосховищах. Також в майбутньому планується експорт цього палива газопроводами до ЄС, закачування його до підземних сховищ Австрії та реалізація споживачам Центральної Європи. На сьогоднішній день, водневі заправки мають досить вагоме поширення у світі.

**Висновки.** Зелений водень та водневі двигуни можуть стати ключовими компонентами стратегії України для зменшення викидів парникових газів, покращення якості повітря та розвитку стійкого та ефективного транспортного сектору. Проте для їхнього успішного впровадження потрібні інвестиції, дослідження та інфраструктурний розвиток. Україна має можливість стати лідером у цих галузях, сприяючи екологічній стійкості та енергетичній незалежності країни.

#### Список використаних джерел

1. «Зелена відбудова України: перспективи застосування водню в транспорті» <https://brdo.com.ua/analytics/zelena-vidbudova-ukrayiny-perspektyvy-zastosuvannya-vodnyu-v-transporti/> (дата звернення 22.09.2023)
2. «Що таке зелений водень і навіщо він нам потрібен» <https://ua.dsisolar.com/info/what-is-green-hydrogen-and-why-do-we-need-it-74224848.html> (дата звернення 19.09.2023)
3. «Як водень з анахронізму перетворився на глобальний тренд» <https://chas.news/future/legka-sprava-yak-voden-z-arhaizmu-peretvorivsy-na-globalnii-trend> (дата звернення 17.09.2023)
4. «Потенціал виробництва зеленого водню в Україні» <https://uspp.ua/news/novyny-hromadskykh-partneriv/2018/potentsial-vyrobnytstva-zelenoho-vodniu-v-ukraini-stanovyit-505-mln-ton-kubometriv-shcho-potribno-dlia-rozvytku-tsoho-napriamu> (дата звернення 18.09.2023)
5. «Зелений водень для України та світу: стратегічна перспектива» <https://www.bbc.com/ukrainian/features-58722468> (дата звернення 15.09.2023)



Ангеліна ТВЕРДОХЛІБ<sup>21</sup>,  
студентка 2-го курсу,  
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ РОДУ *ASTER*

**Анотація.** Рід *Aster* включає в себе багато видів, що мають велике значення як для природи, так і для людства. Ця стаття розглядає генетичні ресурси роду, їхню важливість для підтримки біорізноманітності та стійкості цих рослин в змінному світі.

**Annotation.** The genus *Aster* encompasses numerous species that hold significant importance for both nature and humanity. This article explores the genetic resources of the genus and their crucial role in supporting biodiversity and the resilience of these plants in a changing world.

**Вступ.** *Aster* (від латинського *aster* – зірка) – одні з найулюбленіших і найпоширеніших декоративних рослин відкритого ґрунту.

Завдяки чарівності й красі квіток, невибагливості до умов вирощування різноманітні сорти айстр широко використовують для оздоблення парків, скверів, балконів, присадибних ділянок, складання букетів тощо [1].

Рід *Aster* належить до відділу *Angiospermae* класу *Dicotyledoneae*, родини *Asteraceae* (*Compositae*). Рослини цієї родини поширені на всіх континентах і кліматичних зонах. Родина *Asteraceae* має 1300 родів і більше 20000 видів рослин [2].

**Виклад основного матеріалу.** *Aster* – рід, що включає 250 різних видів, з різним габітусом, формою, квітами, плодами та стійкістю до хвороб та умов навколишнього середовища. Розрізняють багаторічні та однорічні види [3].

Багаторічники роду *Aster* поділяються за термінами цвітіння на дві групи: ранньоквітучі та осінньоквітучі. Група ранньоквітучих не надто численна і представлена тільки такими видами, як *Aster alpinus*, *Aster bessarabicus* та *Aster amellus* [4] Осінньоквітучі айстри представлені: *Aster novi-belgii*, *Aster dumosus* *Aster novae-angliae* [5].

Існуючі нині сорти одержані завдяки селекції. Айстри завезені в Європу з Китаю. В 1728 році насіння цих квітів привіз у Париж місіонер Ніколо Інкервіль. Існує припущення, що привезені з Китаю айстри були уже окультурені китайськими садоводами [6]. Директор королівського саду Тріанон у Версалі Антуан Жусьє вперше посіяв «іноземку». Ця рослина привернула увагу французьких садоводів і, зокрема, власників відомої садової фірми «Вільморен». Дуже швидко з'явилися сорти айстри однорічної. У Франції її

---

<sup>21</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Тетяна Аралова.

називали «королевою маргариток». Особливо гарними були півонієподібні айстри, виведені версальським садівником Трюффо [6,7].

Вивченням і селекцією цієї культури в Україні займаються і в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка. До Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік внесено 27 сортів калістефусу китайського, з них 14 сортів селекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка і 13 сортів селекції Інституту садівництва НААН [8].

Поряд з питанням селекції вчені займаються і інтродукцією айстри однорічної у різних кліматичних зонах. Такі дослідження в Донецькому ботанічному саду АН України в квітникарських господарствах Горлівки і Краматорська дозволили виділити сорти, придатні для промислового вирощування в південно-східних районах України, зокрема у Донбасі. Протягом 20-ти років інтродукцією цієї культури займаються у дендропарку «Асканія-Нова» [9].

Найпоширенішими представниками в Україні є такі види: *Callistephus chinensis* (L.) Nees – її Батьківщиною вважають Північно-Східний Китай та північну частину Корейського півострова. Тут вона і дотепер збереглась у дикому стані переважно на скелях та глинистокам'янистих ґрунтах південних гірських схилів у зоні широколистяних лісів. У світовій колекції нараховується близько 4000 сортів айстри, одержаних селекціонерами за останніх 200 років [6,10]. В Україні селекція айстри однорічної розпочалася з другої половини ХХ ст. в таких установах, як: Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України (селекціонери Л.М. Яременко, Н.І. Чередниченко, створено сорти Анюточка, Вереснева, Жемчуг, Київський Вальс, Лелека та ін.) [11]; Інститут садівництва НААН України (селекціонери В.В. Меньшов, Н.В. Колендо, Н.М. Алексєва, Л.О. Шевель, створено сорти, Веснянка, Аметист, Яблунева, Одарка, Оксана та ін.) [12]; Уманський сільськогосподарський інститут (селекціонер А.С. Величко, сорти Аеліта, Дарунок Матері, Оленка. (рис. 1–2)



Рис. 1-2 Форми *Callistephus chinensis* (L.) Nees

*Aster alpinus* L.– рідкісна рослина з розірваним ареалом (занесена до Червоної книги України). Циркумпольярний аркто-альпійський вид, диз'юнктивно поширений у Євразії, у Північній Америці представлений окремим підвидом (subsp. *vierhapperi* Onno). У горах Середньої Європи досить

рідкісний. В Україні – Карпати (Свидовець, Мармарош, Черногора та Чивчин). Зростає у ботанічному саду Хмельницького національного університету. (рис. 3–4) [13].



*Рис. 3-4 Фото Aster alpinus L.*

*Aster amellus L.* – Євразійський лучно-степовий та узлісно-полянний вид, що в межах України поширений у лісах лівобережного Полісся, у лісостеповій та степовій зонах. Більш-менш опушена рослина із прямостоячими та розгалуженими стеблами висотою 20–70 см. (рис. 5–6)[14].



*Рис. 5-6 Фото Aster amellus L.*

*Aster novi-belgii L.* – рослина багаторічна, росте у вигляді куща зворотнопірамідальної форми, заввишки до 1,5 м. У культурі з 1686 року. Батьківщина – східні райони Північної Америки (рис. 7–8) [15].



*Рис. 7-8 Фото Aster novi-belgii L.*

Найбільш популярні сорти: *Aster dumosus starlight* – це невисока компактна рослина. Її суцвіття виростають у діаметрі до 4 см яскраво-рожевого кольору. Доросла багаторічна чагарникова астра нагадує кулю заввишки близько 40 см. Цвітіння рясне і триває з вересня до перших заморозків.

*Aster dumosus kristina* – подушковидна білого кольору з яскраво-жовтою серцевиною. Дорослий квітка виростає на 30-40 см. Цвіте в серпні-вересні [16].

**Висновок.** Отже, рід *Aster* включає багато видів, які відзначаються своєю красою та унікальними генетичними характеристиками. Вивчення генетичних ресурсів цих рослин може допомогти в розумінні їхньої біології, адаптації до змін клімату та розвитку нових гібридних видів.

### Список використаних джерел

1. Алексєєва Н. М. Для тих хто любить айстри. Квіти України. 1999. №11. С. 2–3.
2. Алексєєва Н. Н., Яременко. Л. М. Айстри. Юнівєст маркетинг, 1999. 30 с.
3. Айстра: поради, вирощування та догляд. URL: <https://uk.planeta-design.com/6641312-aster> (дата звернення 24.09.2023 р.)
4. Айстри: вирощування з насіння в саду, види і сорти. URL: <https://floristics.info/ua/statti/sadivnitstvo/1963-ajstri-viroshchuvannya-z-nasinnya-posadka-doglyad-sorti.html#s8> (дата звернення 22.09.2023 р.)
5. Осінні квіти. URL: <https://zelenasadyba.com.ua/landshaftnij-dizajn/osinni-kviti-top-5-zelenoyi-sadibi-chast-i.html> (дата звернення 20.09.23 р.)
6. Алексєєва Н. М. Айстри. Київ: Квіти України, 2011. 86 с.
7. Алексєєва Н. М. Айстри. Квіти України. 2006. №4. С. 6–8.
8. Biebel J. Temperature, photoperiod, flowering and Morphology in Cosmos and China Aster / J. Biebel // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 2007. Vol. 34. P. 635–641.
9. Горницька І. П., Коробкова З.Д., Пустовалова Л.С. Айстри в Степовій зоні. Квітництво. 1978, №11. С. 7.
10. Левандовська С.М., Олешко Е.Г. Історія інтродукції та сучасний світовий сортимент айстри однорічної (*Callistephus chinensis* (L.) Nees). Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.4. С. 91–96.
11. Горай А.А. Інтродукція та селекція айстри однорічної *Callistephus chinensis* (L.) Nees у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. Роль ботанічних садів у збереженні різноманітності рослин: матеріали ювілейної міжнародної конференції, присвяченої 100-річчю Батумського ботанічного саду (Батумі Грузія, 8–10 травня 2013 р.). Батумі, 2013. Ч. II. С. 269–270.
12. Шевель Л.О., Трохимчук А.І. Цінні зразки генофонду калістефусу китайського (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees.) Інституту садівництва НААН України. Садівництво. 2019. Вип. 74. С. 39–44.
13. Айстра альпійська *Aster alpinus* L. URL: <https://redbook-ua.org/item/aster-alpinus-1/> (дата звернення 20.09.2023 р.)

14. Технологічна карта відновлення популяцій айстри ромашкової (*Aster amellus* L.) у природних фітоценозах. URL: <http://kanivbiosfera.at.ua/index/0-71> (дата звернення 21.09.2023 р.)

15. Корнієнко О. М., Мосякін С. Л., Номенклатура культивованих та диких в Україні північноамериканських «айстр» з погляду делімітації родів у трибі Astereae (Asteraceae). Український ботанічний журнал. 2006. Т. 63, № 2. С. 159–165.

16. Астра кущова багаторічна: сорти, фото, опис. URL: <https://sksumykhimprom.com.ua/?p=43825> (дата звернення 21.09.2023 р.)

**Деніс ТЕЛЖИНСЬКИЙ<sup>22</sup>,**  
Студент 1-го курсу денної форми навчання,  
Вінницький національний аграрний університет,  
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин  
Вінниця, Україна

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ХМІЛЬНИЦЬКОГО РАЙОНУ

***Анотація.** Грунт є основою існування та продуктивності сільськогосподарських і природних агроєкосистем. Його слід розглядати в розвитку та взаємодії з факторами середовища, в процесі безпосереднього обміну речовин та енергії.*

*Грунт виконує низку важливих екологічних функцій у біосфері: забезпечує існування наземної рослинності; є екологічною нішою, областю концентрації живої речовини; у ньому акумулюються різні хімічні елементи, органічна речовина та енергія; через ґрунт проходять потоки багатьох елементів. З наукового погляду, якщо даний компонент на значній території буде порушено або втрачено, гомеостаз біосфери що склався незворотно зміниться в гіршу сторону*

***Annotation.** Soil is the basis of existence and productivity of agricultural and natural agroecosystems. It should be considered in the development and interaction with environmental factors, in the process of direct metabolism and energy.*

*Soil performs a number of important ecological functions in the biosphere: it provides for the existence of terrestrial vegetation; it is an ecological niche, an area of concentration of living matter; it accumulates various chemical elements, organic matter and energy; and many elements flow through the soil. From a scientific point of view, if this component is disturbed or lost over a large area, the existing homeostasis of the biosphere will irreversibly change for the worse*

Сільськогосподарська освоєність території Вінницької області є дуже

---

<sup>22</sup>Науковий керівник – к. с.-г. наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Тетяна Забарна.

високою – 76,0% від загальної площі області (по районах 67,2-87,7%). Розораність складає 65,1%. Розораність ґрунтів в середньому по Україні становить 78,4% [1-3]. У структурі сільськогосподарського землекористування області переважає рілля – 1725,5 тис.га (на 500 га більше, ніж минулого року), багаторічні насадження займають площу 51,4 тис.га (на 100 га менше, ніж минулого року), пасовища і сіножаті – 236,3 тис.га (на 600 га менше, ніж минулого року). За класифікацією ґрунтів і земель України та їх придатністю до сільськогосподарського виробництва ґрунти Вінниччини по родючості розміщуються від четвертого (70-61 бал) до восьмого (30-21 бал) класу [3-5]. Це ґрунти від високої родючості (добрі землі) до групи ґрунтів низької якості (малоцінні землі) по загальній класифікації ґрунтів і земель України. Основні ґрунти області це чорноземи (50,1% площі сільськогосподарських угідь) та сірі лісові (майже 33%). Більше половини обстежених сільськогосподарських угідь області є кислими [1,6,7].

**Виклад основного матеріалу.** Ґрунти головним чином мало- і середньогумусні чорноземи, однак на значних площах є опідзолені. Основними типами серед ґрунтів області є сірі, світло-сірі та темно-сірі реградовані ґрунти які займають 50,1% площі сільськогосподарських угідь. В заплавах річок і балочній сітці при близькому заляганні ґрунтових вод, де проходили дерновий і болотний процеси ґрунтоутворення, сформувались лучні, лучно-болотні ґрунти та торфовища. Лучно-болотні ґрунти за площею переважають болотні більше як у 2 рази. Утворились вони в умовах надмірного зволоження при високому заляганні ґрунтових вод, які часто виходять на поверхню. За агрокліматичними умовами територія відноситься до центрального району, Вінницько-Немирівського агроґрунтового підрайону.

**Таблиця 1**

**Ґрунтовий покрив сільськогосподарських угідь Хмельницького району**

Назва ґрунтів	Сільськогосподарські угіддя		Рілля	
	Площа, га	%	Площа, га	%
Темно-сірі опідзолені еродовані	210	0,4	210	0,5
Чорноземи опідзолені	13223	23,5	13066	26,2
Чорноземи опідзолені еродовані	435	0,8	435	0,9
Чорноземи типові	4896	8,7	4784	9,6
Чорноземи еродовані	176	0,3	85	0,2
Лучні	3056	5,5	1488	3,0
Інші ґрунти	134	0,2	-	-
Всього обстежених земель	56213	100	49913	100

До основних земельних угідь, від стану яких значною мірою залежить економічна ситуація в області, відносяться землі сільськогосподарського призначення, лісового та природно-заповідного фонду.

У зв'язку з цим, для підвищення родючості ґрунтів району, їх охорони від деградації й раціональне використання можливе лише знання факторів і процесів ґрунтоутворення й розвитку цих ґрунтів.

Високе положення території району над рівнем моря, добре розвинута гідрографічна мережа й домінування серед покривних порід лесів і лесовидних суглинків, які легко розмиваються, обумовлюють розвиток ерозійних процесів. Цьому процесу сприяє й антропогенний вплив, який призвів до забруднення ґрунтів і розвитку ерозійних процесів, вимивання з них поживних речовин та гумусу з кінцевою втратою родючості.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить (0 - 30 см) в середньому (4,05 %). Реакція ґрунтового розчину, в основному, кисла - 5,3 - 5,7 рН, гідролітична кислотність в межах 3,5 - 3,8 мг-екв. На 100 г ґрунту. Сума ввібраних основ складає в середньому 12,9 - 13,6 мг-екв. На 100 г ґрунту рухомого фосфору 9,1 і обмінного калію 7,8 мг на 100г ґрунту.

Таблиця 2

### Основні кліматичні показники Хмільницького району

№	Кліматичні показники	Значення
1	Тривалість вегетаційного періоду (днів)	199-205
2	Сума позитивних температур (більше 0 °С)	2671-2780
3	Сума опадів за рік, мм	530-540
4	Сума опадів за період вегетації, мм	369-425
5	Сума опадів за квітень-жовтень, мм	320-380
6	Середньорічна температура повітря, °С	6,7-7,0
7	Абсолютний мінімум температури повітря, °С	-32
8	Абсолютний максимум температури повітря, °С	+38
9	Сума активних температур (більше 10 °С)	2320-2440
10	Сума ефективних температур (суми температур вище біологічного нуля >10 °С)	980-1100
11	Тривалість періоду зі сніговим покривом, днів	87-90
12	Середня глибина промерзання ґрунту, см	55-57
13	Тривалість безморозного періоду, днів	141-147
14	Переважаючий напрямок вітру	північно-західний

Як і на більшій частині території Правобережного Лісостепу України, клімат Хмільницького району помірно континентальний. Для нього характерні тривале, нежарке літо з достатньою кількістю вологи, порівняно коротка, несувора зима. За своїм географічним положенням територія району перебуває в сфері впливу насичених вологою повітряних мас, що йдуть з Атлантичного океану, і периферичної частини сибірського (азіатського) антициклону, для

якого типовими є сухі, холодні континентальні повітряні маси. На клімат району мають вплив також повітряні маси з Арктики і Середземномор'я.

Хмільницький район розташований в помірному поясі. Клімат краю залежить також від положення висоти Сонця над горизонтом в різні пори року. Максимальної висоти Сонце досягає понад  $64^\circ$  в день літнього сонцестояння (22 червня), коли його проміння найбільш прямовисне падає на Землю і найкраще зігріває її; найнижче положення над горизонтом займає Сонце в день зимового сонцестояння (22 грудня) - близько  $18^\circ$ , коли його проміння найменше зігріває поверхню Землі, а в дні весняного і осіннього рівнодення (21 березня і 23 вересня) висота Сонця над горизонтом близька до  $41^\circ$ . Якщо при цьому врахувати, що протяжність району з півночі на південь дуже невелика (менше  $2^\circ$ ), то висота Сонця над горизонтом на різних широтах майже однакова.

Максимум опадів припадає на травень - липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці. В грудні - лютому випадає від 65 до 80 мм. Середньорічні суми опадів на території району становлять 440-590 мм. На холодний період року припадає 20-25% річної суми опадів. Основні кліматичні показники по району викладені в таблиці 2.

**Висновок.** Взагалі ґрунтово-кліматичні умови Хмільницького району сприятливі для сільськогосподарського виробництва. Тривале, тепле, достатньо вологе літо, рання весна, суха осінь, зима з помірними морозами і значним сніговим покривом - усе це позитивно впливає на ріст зернових, технічних і садових культур.

#### Список використаних джерел

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області за 2020р.
2. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монографія / за ред. С. А. Балюка, Л. Л. Товажнянського. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. С. 332–338
3. Земельні ресурси та їх використання: навч. пос./ Третяк А.М., Третяк В.М., Прядка Т.М., Трофименко П.І., Трофименко Н.В. [за заг. ред. А.М. Третяка]. Біла Церква: «ТОВ «Білоцерківдрук», 2022. 304 с.
4. Svetlitchnyi O. O. Long-term forecast of changes in soil erosion losses during spring snowmelt caused by climate within the plain part of Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2020. 29 (3). pp. 591–605.
5. Мірошніченко М. М. Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу / за наук. ред. М. М. Мірошніченка. Х.: ФОП Бровін О. В., 2016. 384 с.
6. Патица В. П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.
7. Цицюра Я. Г. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання: монографія / Я. Г. Цицюра, Л. Ф. Броннікова, Л. В. Пелех. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 310с.



**Інна ТИНЬКО<sup>23</sup>,**  
Студентка магістратури,  
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ БІОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ**

**Анотація.** У статті розглядаються напрями використання методу біоіндикації для оцінки екологічного стану довкілля. Метод біоіндикації є неінвазивним методом, який використовує живі організми для оцінки якості навколишнього середовища.

**Ключові слова.** біоіндикація, біомоніторинг, забруднення, виявлення, організми.

**Annotation.** The article discusses the use of bioindication methods for assessing the environmental status of the environment. Bioindication is a non-invasive method that uses living organisms to assess the quality of the environment. It has a number of advantages, such as simplicity, accessibility, sensitivity, and non-invasiveness.

**Key words.** bioindication, biomonitoring, pollution, detection, organisms.

**Вступ.** Сьогодні неможливо планувати і реалізовувати подальший розвиток промисловості і сільського господарства без урахування наявного і прогнозованого забруднення атмосфери, природних вод, ґрунтів і його впливу на здоров'я та добробут людини, живих організмів і екосистем в цілому. Оскільки забруднення навколишнього середовища є серйозною проблемою, важливо мати можливість оцінювати його стан. Це можна зробити за допомогою живих організмів, які є чутливими до забруднення. Ці організми називаються біоіндикаторами.

**Виклад основного матеріалу.** Біоіндикація – це метод оцінки стану навколишнього середовища за допомогою живих організмів. Біоіндикатори – це живі організми, які чутливі до змін у навколишньому середовищі. Вони можуть використовуватися для виявлення екологічно значущих змін, таких як забруднення, зміна клімату або руйнування середовища проживання [1].

Біоіндикатори використовують для оцінки стану навколишнього середовища. За їх наявності, ступенем розвитку та зміною морфологічних, структурно-функціональних та генетичних характеристик можна зробити висновок про стан навколишнього середовища [2, 3].

Сутність біоіндикації полягає в тому, що живі організми є чутливими до змін у навколишньому середовищі. Ці зміни можуть проявлятися в різних

---

<sup>23</sup>Науковий керівник – доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Олександр ТКАЧУК.

формах, таких як: зміна складу організму, наприклад, накопичення важких металів у тканинах рослин або тварин; зміна поведінки організму, наприклад, зменшення кількості потомства або зміна міграційних маршрутів; зміна структури популяції, наприклад, зменшення чисельності або зміна складу видів; зміна екосистеми, наприклад, зниження біорізноманіття або зміна структури угруповань.

Біоіндикація атмосферних забруднень – це метод оцінки якості повітря за допомогою живих організмів. Біоіндикаторами атмосферних забруднень можуть бути різні види рослин, тварин і мікроорганізмів [2]. Використовують метод для моніторингу якості повітря та виявлення змін у стані забруднення. Мохи та лишайники є надзвичайно корисними для оцінки забруднення повітря. Вони здатні накопичувати в собі більшість забруднювачів, які містяться в повітрі.

Лишайники дуже чутливі до оксиду сірки SO<sub>2</sub>. Навіть невелика кількість цього забруднювача в атмосфері може призвести до загибелі навіть найстійкіших видів лишайників. Це пояснює, чому лишайники вже не ростуть у центральних районах міст, де рівень забруднення повітря є найвищим.

Біоіндикація території за допомогою лишайників може бути організована двома способами, залежно від мети дослідження. Перший спосіб – це розміщення трансекти довжиною 2-3 км перпендикулярно насиченій автотранспортом позаміській дорозі. Цей метод дозволяє оцінити вплив забруднення повітря на лишайники. У цьому випадку трансекта повинна проходити через лісовий масив з невеликою різноманітністю деревних порід, щоб можна було порівняти стан лишайників у різних умовах [4].

Другий спосіб – це розміщення трансекти в залежності від віддалі до центру міста. Цей метод дозволяє оцінити вплив забруднення повітря на лишайники в міських умовах. У цьому випадку трансекта повинна простягатися на 20-50 км і переходити в зелену зону міста. На кожному пробному майданчику оцінюють стан лишайників за чотирма показниками: кількістю видів, ступенем покриття сланню, частотою зустрічання та багатством (табл. 1.). Чим вищі показники, тим краще стан середовища проживання.

**Таблиця 1**

**Градація частоти зустрічаємості та ступеня покриття дерев сланню лишайників**

Оцінка	Частота	Ступінь покриття
1	Дуже рідка	Дуже низький
2	Рідка	Низький
3	Середня	Середній
4	Велика	Великий
5	Дуже висока	Дуже великий (зустрічається повсюдно)

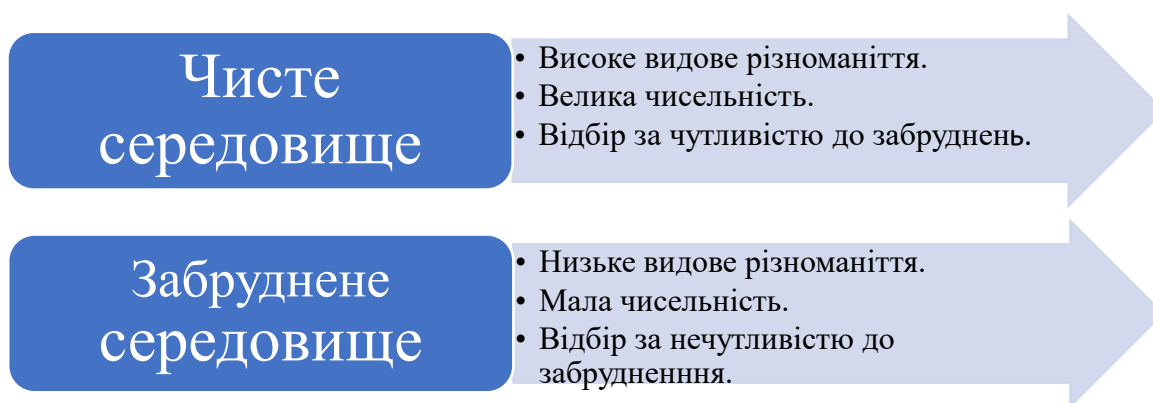
Для отримання більш точних результатів, обстеження пробних майданчиків слід проводити в різних місцях і в різні сезони. Також слід

враховувати умови навколишнього середовища, такі як температура, вологість та рельєф.

Наступним об'єктом визначення ступеню забруднення є водні об'єкти. Біоіндикація виявлення забруднень води ґрунтується на тому, що різні види водних організмів мають різні вимоги до якості води [6].

Водорості можуть бути використані для оцінки забруднення та гігієнічного стану води. Деякі види водоростей чутливі до забруднень і гинуть у забрудненій воді [1].

У чистому середовищі водорості можуть вільно розвиватися і розмножуватися. Вони утворюють різноманітну флору, яка складається з багатьох видів водоростей, які чутливі до різних забруднювачів. У забрудненому середовищі водорості піддаються впливу різних забруднювачів, які можуть призвести до їхнього загибелі або пригнічення росту (рис.1).



*Рис. 1. Відбір за чутливістю до забруднень водоростей у чистих і забруднених середовищах*

У результаті в забрудненому середовищі спостерігається зменшення видового різноманіття водоростей і їхньої чисельності. Також можуть спостерігатися зміни у складі флори, в якій починають домінувати нечутливі до забруднень види водоростей. Біоіндикація забруднень води є ефективним методом, який може бути використаний для моніторингу якості води в різних місцях і в різні сезони.

Також не менш важливою складовою навколишнього середовища та не менш забрудненого є ґрунт. Ґрунт – це органо-мінеральне тіло, яке утворюється в результаті взаємодії живих організмів, мінеральних речовин і природних чинників.

Живі організми, такі як рослини, тварини та мікроорганізми, впливають на ґрунт, розкладаючи органічні речовини, мінералізуючи мінеральні речовини та створюючи порожнини та пори. Мінеральні речовини, такі як глина, пісок та галька, становлять основу ґрунту. Вони забезпечують ґрунту структуру та міцність (табл.2.).

Аналіз ґрунту – це трудомісткий процес, який вимагає багато часу та зусиль. Однак деякі характеристики ґрунту, зокрема його родючість, можна визначити за рослинами, які ростуть на ньому [7].

Рослини-індикатори – це рослини, які добре ростуть в певних умовах середовища. Родючість ґрунту можна визначити за рослинами, які на ньому ростуть. Рослини, які потребують багато поживних речовин, добре ростуть на родючих ґрунтах. До них належать малина, кропива, іван-чай, таволга, снить, чистотіл, копитняк, кислиця, валеріана.

**Таблиця 2**

**Ознаки організмів-біоіндикаторів ґрунту**

Тип біологічного індикатора	Тип забруднювача	Ознаки забруднення
Мікроорганізми	Пестициди, важкі метали, органічні речовини	Зниження кількості мікроорганізмів, які розкладають органічну речовину, поява нових видів мікроорганізмів, які не зустрічаються в чистому ґрунті
Рослини	Важкі метали, органічні речовини, радіоактивні речовини	Поява жовтих плям, деформація листя, зниження врожайності
Тварини	Пестициди, важкі метали, органічні речовини	Зниження чисельності тварин, зміни в поведінці тварин

Рослини, які потребують менше поживних речовин, добре ростуть на ґрунтах з помірною родючістю. До них належать медунка, дудник, грушанка, гравілат річковий, вівсяниця лугова, купальниця, вероніка довголиста.

Рослини, які не потребують багато поживних речовин, добре ростуть на ґрунтах з низькою родючістю. До них належать сфагнові мохи, лишайники, котячі лапки, брусниця, журавлина, ситник ниткоподібний, запашний колосок.

Рослини-індикатори є простим і доступним методом оцінки якості ґрунту. Вони можуть бути використані для отримання інформації про ґрунт, не вдаючись до лабораторних досліджень.

**Висновок.** Отже, метод біоіндикації є цінним інструментом для моніторингу екологічного стану довкілля. Він має ряд переваг, таких як простота, доступність, чутливість і неінвазивність. Однак, для отримання більш точного результату біоіндикаційні дослідження часто доповнюють лабораторними дослідженнями. У перспективі метод біоіндикації може бути використаний для моніторингу екологічного стану довкілля в реальному часі. Це дозволить своєчасно виявляти зміни в стані довкілля та приймати необхідні заходи для його захисту.

**Список використаних джерел**

1. Лисиця А.В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Методичні рекомендації до самостійного вивчення дисципліни. Рівне: Дока-центр, 2018. 94 с.

2. Ткачук О.П., Панкова С.О. Склад і біометричні показники полезахисних лісосмуг центрального Лісостепу. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 117-124. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2021.253095.

3. Воробйова Д.В., Марчук Р.А. Оцінювання впливу автомагістралі великого міста на навколишнє середовище. *Молодь: наука та інноваційні матеріали*: Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. Київ. 2019. Том 10. 8 с.

4. Нетробчук І.М. Охорона атмосфери: методичні рекомендації до практичних робіт. Луцьк, 2019. 38 с.

5. Ткачук О. П. Біоіндикація та біомоніторинг. Методичні вказівки з організації самостійної роботи студентів 4-го курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”, освітньо-кваліфікаційного рівня “Бакалавр”. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2017. 39 с.

6. Akanksha Jain, Brahma N Singh, S.P. Singh. Exploring Biodiversity as Bioindicators for Water Pollution. *Development and Poverty Alleviation, materials: National Conference on Biodiversity*. 2010. № 22.

7. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. Київ: НАН України, 2012. 344 с.

**Ярослав ЦАРЮК<sup>24</sup>,**

студент 4 курсу денної форми навчання,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН ДЛЯ БІОРЕМЕДІАЦІЇ**

**Анотація.** В даній статті розглядається актуальність проблеми забруднення ґрунтів та водних об'єктів, акцентуючи увагу на її негативних наслідках для екосистем, сільськогосподарської діяльності та здоров'я населення. Вона висвітлює основні чинники, що спричиняють таке забруднення. Особливу увагу приділено методам біоремедіації, розбираючи ключові аспекти цього процесу, такі як вибір певних рослин, співпрацю з мікроорганізмами, врахування екологічних умов та тривалість процедури. Стаття підкреслює важливість подальших наукових досліджень в контексті глобальних екологічних викликів і пошуку найбільш ефективних методів відновлення забруднених територій.

**Ключові слова.** біоремедіація, ґрунт, вода, рослини, забруднення.

---

<sup>24</sup>Науковий керівник: к.с.-г.н., старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ Шевченко Н.В.

**Annotation.** *This article examines the relevance of the problem of soil and water pollution, focusing on its negative consequences for ecosystems, agricultural activity and public health. It highlights the main factors causing such pollution. Special attention is paid to bioremediation methods, analyzing key aspects of this process, such as the selection of certain plants, cooperation with microorganisms, consideration of environmental conditions and duration of the procedure. The article emphasizes the importance of further scientific research in the context of global environmental challenges and the search for the most effective methods of restoring contaminated areas.*

**Key words.** *bioremediation, soil, water, plants, pollution.*

**Виклад основного матеріалу.** Забруднення ґрунтів та водойм є актуальною проблемою у багатьох країнах світу. Це завдає значущої шкоди екосистемам, зменшує продуктивність сільськогосподарських земель і може впливати на здоров'я людини.

Джерела забруднення можуть бути різноманітними:

- Промисловість - відходи виробництва, особливо важка промисловість, часто включають токсичні речовини, які потрапляють до ґрунту і води. Наприклад, метали, такі як свинець, кадмій або ртуть, можуть накопичуватися в ґрунті й отруювати рослини, тварин та людей.

- Сільське господарство - використання пестицидів, гербіцидів і добрив може призвести до їх потрапляння у водойми і ґрунт, знищуючи корисні мікроорганізми та впливаючи на родючість ґрунту.

- Побутові відходи - неорганізоване зберігання та утилізація побутових відходів може призводити до забруднення ґрунтів хімічними речовинами і небезпечними мікроорганізмами.

- Нафтопродукти - розливи нафти та інші витіки нафтопродуктів можуть серйозно забруднювати водойми і прибережні зони.

Ці фактори призводять до того, що традиційні методи очищення стають або надто дорогими, або неефективними. Тому науковці та екологи шукають альтернативні підходи до реабілітації забруднених територій. Один з таких підходів — біоремедіація за допомогою рослин.

Біоремедіація — це процес, в якому використовуються живі організми, переважно рослини та мікроорганізми, для видалення або нейтралізації забруднюючих речовин у забруднених середовищах. Цей метод має ряд переваг порівняно з традиційними хімічними та фізичними методами очищення: він екологічно безпечний, часто менш вартісний та може бути ефективним для великих площ забруднення.

Основні принципи біоремедіації включають в себе кілька ключових аспектів:

1. Селекція рослин - один із ключових аспектів біоремедіації - це вибір відповідних рослин. Деякі рослини мають унікальну здатність акумулювати токсичні речовини у своїх тканинах або сприяти їхньому розкладу через

кореневу систему. Наприклад, рослини, такі як соняшник або вербена, можуть накопичувати важкі метали, як свинець чи кадмій, у своїх тканинах.

2. Взаємодія з мікроорганізмами - у кореневій зоні цих рослин живе велика кількість мікроорганізмів, які грають важливу роль у процесі біоремедіації. Ці мікроорганізми можуть розкладати токсичні сполуки, допомагаючи очищати ґрунт або воду.

3. Умови довкілля - успішність біоремедіації залежить від численних факторів, включаючи родючість ґрунту, рівень забруднення, вологість, температуру та інші. Наприклад, деякі рослини можуть бути більш ефективними в очищенні ґрунту в оптимальних умовах, таких як вологий ґрунт і підвищена температура.

4. Час - біоремедіація - це довгостроковий процес. Залежно від ступеня забруднення та виду використаних організмів, процес може тривати від кількох місяців до кількох років. Наприклад, для очищення важкими металами забруднених ґрунтів, біоремедіація може займати декілька років, проте це екологічно безпечний та сталий метод вирішення проблем забруднення.

З урахуванням глобальних екологічних проблем і зростаючого попиту на земельні ресурси, біоремедіація стає ключовою для очищення ґрунтів від забруднень та відновлення їх родючості. Забруднені ґрунти впливають на врожайність культур, безпеку продуктів харчування та біорізноманіття. Деякі рослини, такі як гіперакумулятори, можуть служити "живими помпами", вилучаючи забруднюючі речовини, наприклад важкі метали. Проте ефективність фіторемедіації може варіюватися залежно від обставин, тому цей процес потребує ретельного планування. В подальших дослідженнях варто зосередитися на оптимізації методів біоремедіації та аналізі їхньої ефективності.

**Теоретичні основи біоремедіації.** Біоремедіація стала ключовою в сучасному екологічному управлінні, враховуючи її можливість адресування глобальних забруднень. Це процес, де живі організми, включаючи мікроорганізми, гриби та рослини, використовуються для видалення або перетворення шкідливих забруднювачів із середовища. Ціль полягає в поверненні забрудненого місця до природного стану. Наприклад, вона може застосовуватися безпосередньо на місці викиду або забруднювачі можуть бути видалені для транспортування та нейтралізації в іншому місці.

Рослини відіграють важливу роль в біоремедіації. Через фітоекстракцію, рослини, подібні до гіперакумуляторів, можуть вбирати токсичні метали з ґрунту. Вони також можуть стимулювати розклад забруднювачів через фітодеградацію або "фіксувати" їх в ґрунті за допомогою фітостабілізації. Існують рослини, що вбирають летючі органічні сполуки та вивільняють їх у атмосферу - цей процес називається фітовентиляцією. Крім того, мікроорганізми в ризосфері рослин сприяють біоремедіації, розкладаючи забруднювачі.

Але хоча фіторемедіація має численні переваги, включаючи екологічну безпеку, вартісну ефективність та покращення вигляду ділянки, вона також має

обмеження. Для видалення високих концентрацій забруднювачів цей метод може бути не завжди ефективним. Також існує потреба в довгостроковому моніторингу та управлінні, а існуючі ризики також включають можливе отруєння тварин рослинами, що накопичують забруднювачі.

**Види рослин, використовувані для біоремедіації.** Види рослин, використовувані для біоремедіації, різноманітні та мають свої особливості.

Почнемо з гіперакумуляторів. Це унікальні рослини, які можуть накопичувати високі концентрації тяжких металів у своїх тканинах, роблячи їх ідеальними для очищення забруднених територій. Їхні ключові особливості включають стійкість до токсичних металів, здатність до високої ефективності накопичення, яка часто перевищує рівень у ґрунті, та покращення структури та родючості ґрунту завдяки кореневим системам та взаємодії з мікроорганізмами.

Наступними розглянемо акватичні рослини. Особливо макрофіти, є незамінними для очищення водойм. Наприклад, комиш відомий своєю ефективністю у видаленні нітратів та фосфатів, осока може вбирати тяжкі метали, а водяна лінька контролює рівень азоту та фосфору в аквакультурах. Ці рослини, крім непосреднього очищення, створюють сприятливе середовище для бактерій, що розкладають забруднювачі.

Щодо дикорослих рослин, вони часто мають вроджену стійкість до екстремальних умов, роблячи їх відмінними кандидатами для біоремедіації. Верба, наприклад, ефективна у видаленні тяжких металів, люцерна допомагає у розкладанні пестицидів, а суріжка виявляється корисною при забрудненні нафтопродуктами. Ці рослини не лише перетворюють шкідливі речовини, але також активізують ґрунт, сприяючи його відновленню.

**Технічні аспекти фіторемедіації.** Підготовка ділянки до впровадження рослин для фіторемедіації вимагає ретельного планування та аналізу. Спочатку виконується оцінка стану ділянки, де аналізуються рівні забруднення, типи забруднювачів та інші характеристики ґрунту. На основі отриманих даних обираються найбільш підходящі рослини. Наприклад, якщо ґрунт забруднений важкими металами, можуть бути використані рослини-гіперакумулятори. Далі ґрунт підготовлюється, розпушується і, за потреби, коригується рівень рН або додаються органічні матеріали. Оптимальна вологість ґрунту забезпечується через систематичне зрошування.

Моніторинг є ключовим етапом у процесі фіторемедіації. Він включає регулярний візуальний огляд рослин, аналіз ґрунту та рослин на предмет концентрації забруднювачів. Додатково, може бути використана біоіндикація, де, наприклад, черв'яки слугують індикаторами здоров'я ґрунту. У випадках, коли ділянка є частиною водного басейну, гідрологічний моніторинг допомагає відстежувати якість води.

Інтеграція фіторемедіації з іншими методами ремедіації може підвищити її ефективність. Наприклад, введення специфічних мікроорганізмів, які активно розкладають забруднювачі, може посилити дію рослин. Хімічна ремедіація, де використовуються речовини для зроблення забруднювачів більш доступними, також може бути корисною. Але важливо пам'ятати, що при комбінуванні



методів необхідно гарантувати, щоб вони були сумісними і не завдавали шкоди рослинам.

**Вплив фітореMediaції на довкілля та біорізноманіття.** ФітореMediaція відіграє важливу роль у відновленні місцевих екосистем. Очищенням забруднених територій від токсичних речовин можна сприяти поверненню місцевих рослин та тварин. Наприклад, очищення водних джерел від забруднювачів може поліпшити якість води, що є надзвичайно важливим для водних екосистем. Більше того, деякі рослини, такі як верба або люцерна, здатні не лише вбирати токсичні речовини, але і покращувати структуру ґрунту, збільшуючи його родючість. Таке відновлення може збільшити біорізноманіття, приводячи до появи нової рослинності та тваринного світу, роблячи екосистему більш стійкою.

Проте існують і потенційні ризики. Рослини-гіперакумулятори, які накопичують великі кількості токсинів, можуть потрапити в харчовий ланцюг, передаючи токсичні речовини тваринам і, в кінцевому підсумку, людям. Також існує ризик розвитку опору до важких металів у деяких рослин, що може зменшити ефективність фітореMediaції у довгостроковій перспективі. Іншим недоліком є потенційний вплив нових рослин на місцеву фауну або навіть людей у вигляді алергічних реакцій.

Але з правильним підходом, фітореMediaція може служити інструментом для збереження та відновлення біорізноманіття. Відновлені ділянки можуть сприяти поверненню рідкісних видів рослин та тварин, які раніше відсутні через забруднення. ФітореMediaція також може стимулювати рост корисних мікроорганізмів у ґрунті, які допомагають у розкладанні забруднювачів. Крім цього, проекти з фітореMediaції можуть служити як освітні платформи, підкреслюючи важливість екологічного відновлення і збереження довкілля.

**Випадки успішного використання фітореMediaції.** ФітореMediaція вже багато разів застосовувалася у різних куточках світу з різними рівнями успіху. Один з найвідоміших прикладів - Чорнобиль, Україна. Після аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році сунцеві та інші рослини були впроваджені на забруднені території, де вони допомогли стабілізувати радіоактивні відходи, накопичуючи їх у своїх тканинах. Це допомогло зменшити ризик поширення радіації.

У Бісмарку, Північна Дакота, США, на теренах старих нафтових родовищ було розпочато проекти фітореMediaції для очищення ґрунтів від нафтових залишків. Тут рослини, такі як суріжка, виявились ефективними у розкладанні органічних забруднювачів.

Майданек, Польща, на місці старих металургійних заводів гіперакумулятори, як-от рідкісний вид рослини *Thlaspi* (Талабан польовий), допомогли вивести важкі метали з ґрунту.

В більшості випадків фітореMediaція виявляється вельми ефективною, зокрема на початкових етапах проекту. Наприклад, при відновленні невеликих забруднених ділянок можна спостерігати швидко зменшення рівня токсичних речовин. Однак для глибокого очищення або повного виведення деяких

забруднювачів, зокрема у випадках із високими концентраціями токсинів, може знадобитися значно більше часу.

Що стосується вартості, фіторемедіація часто є більш економічно вигідною в порівнянні з традиційними методами очищення, як от хімічна ремедіація. Однак конкретна вартість може варіюватися в залежності від ряду факторів. Наприклад, велика ділянка або рідкісний вид рослини для фіторемедіації може збільшити вартість проекту. До того ж, на додаток до первинних витрат, можуть додаватися додаткові витрати на моніторинг, обслуговування та підтримку ділянки протягом тривалого часу.

**Майбутнє фіторемедіації: тенденції та інновації.** У сучасному світі інновацій та технологічного розвитку біоремедіація продовжує адаптуватися, враховуючи нові наукові досягнення. Однією з найперспективніших технологій є розвиток генно-інженерних рослин, які, завдяки генетичним модифікаціям, мають збільшену здатність до фіторемедіації. Такий підхід може революціонізувати способи очищення забруднених територій.

Крім цього, дослідники все більше дивляться на можливості мікробного симбіозу. Вивчаючи взаємодію мікроорганізмів з рослинами, можна значно покращити ефективність очищення довкілля. Іншим напрямком є застосування штучного інтелекту для оптимізації процесів фіторемедіації. Штучний інтелект може допомогти дослідникам швидко визначати найкращі рослини та методики для конкретних умов забруднення.

Також не варто забувати про потенціал нанотехнологій у фіторемедіації. Наноматеріали можуть сприяти покращенню поглинання забруднювачів рослинами, забезпечуючи більш ефективно їх видалення.

При інтеграції біоремедіації у стратегії сталого розвитку можна враховувати декілька ключових напрямків. Вона може сприяти збереженню природного біорізноманіття, інтегруватися у системи водопостачання та очищення, покращувати умови для сільського господарства та ставити нові стандарти для міського планування, особливо щодо міського озеленення.

Отже, майбутнє фіторемедіації виглядає обіцяючим, з новими технологічними рішеннями, які допоможуть зробити наш світ чистішим та екологічно стійкішим.

**Висновки.** Варто звернути увагу на декілька ключових моментів. По-перше, фіторемедіація виявилася ефективним методом для боротьби з різноманітними забруднювачами, які можуть бути присутніми у ґрунті та воді. Наприклад, дослідження показали, що деякі рослини можуть активно накопичувати радіоактивні елементи, як це було застосовано після аварії на Чорнобильській АЕС.

Також доведено, що екологічний вплив фіторемедіації є вкрай позитивним. За допомогою цього методу можливе не лише очищення, але й відновлення забруднених територій, що сприяє збереженню природного біорізноманіття. Як приклад, можна вказати на ділянки, де рослини допомогли відновити місцеві екосистеми після нафтових витоків або хімічного забруднення.

У світлі сучасних наукових досягнень, інноваційні технології, такі як генна інженерія та нанотехнології, відкривають нові горизонти для фіторемедіації. При цьому важливо пам'ятати про інтегрований підхід, комбінуючи фіторемедіацію з іншими методами ремедіації для досягнення найкращих результатів.

Майбутні дослідження мають бути спрямовані на глибше вивчення мікробних симбіозів, які можуть покращити здатність рослин до фіторемедіації. Також важливо інтегрувати фіторемедіацію в глобальні екологічні програми, стандартизувати методи її застосування та провести глибокий економічний аналіз її вартості та користі порівняно з іншими доступними методами.

### Список використаних джерел

1. Алієв Р. А. Фіторемедіація: сучасний стан і перспективи використання рослин у біотехнології. *Науковий вісник НЛТУ України*, 27(7) 2017).
2. Бойко М. Д. Використання фіторемедіації для зниження рівня забруднення ґрунтів важкими металами. *Аграрна наука та харчові технології*, 2(94). 2015. с. 13-19.
3. Мельник Л. А. Фіторемедіація як спосіб відновлення забруднених ґрунтів. *Екологія та недорогі природокористування*, 2(32). 2018. с. 56-63.
4. Біоремедіація. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>
5. Біоремедіація ґрунтів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2326/3/4695%20%281%29.pdf>
6. Біоремедіація – визначення, види, застосування. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://microbiologynote.com/uk/bioremediation/>

**Надія ЧОРНА**<sup>25</sup>,  
студентка 2-го курсу,  
факультету агрономії та лісівництва,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ІСТОРІЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ. ЛАНДШАФТНИЙ ДИЗАЙН В УКРАЇНІ

**Анотація.** У даній статті розкрито тему ландшафтного дизайну, його походження, історії та розвитку. Наведено приклади садово-паркових ландшафтних дизайнів в різні періоди епох. Висвітлено питання актуальності та розвитку ландшафтного дизайну в Україні.

---

<sup>25</sup>Науковий керівник – старший викладач кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ Вероніка Монарх

**Annotation.** *This article discusses the topic of landscape design, its origin, history and development. Examples of garden and park landscape designs in different periods of eras are given. The issue of relevance and development of landscape design in Ukraine is highlighted.*

**Вступ.** Ландшафтний дизайн - це галузь, що займається створенням та плануванням природних та штучних середовищ для відпочинку, рекреації, та естетичної і функціональної організації земельних ділянок, садів, парків, приватних територій навколо будівель і споруд.

Основною метою ландшафтного дизайну є створення гармонійних та естетично привабливих ландшафтів, які відповідають потребам та бажанням людей. А також збереження природного середовища та екологічної рівноваги. Ландшафтні дизайнери працюють з різноманітними елементами ландшафту: рослинами, дорожнім покриттям, водними об'єктами, скульптурами, садовими меблями для відпочинку та іншими архітектурними деталями, щоб створити привабливі та функціональні простори. Спеціалісти беруть до уваги кліматичні умови, географічні особливості місцевості та інші фактори, для того щоб забезпечити відповідність проекту вимогам і можливостям місцевості. Ця галузь, як напрямок творчої діяльності поєднує у собі елементи дизайну, архітектури та ботаніки, що спрямовано на створення привабливих та функціональних ландшафтів для задоволення потреб людей та покращення екологічності навколишнього середовища.

**Виклад основного матеріалу.** Вперше визначення “ландшафтний дизайн” близько 200 років тому з'явилося у США. Історія ландшафтного дизайну сягає впродовж багатьох століть і розвивалася разом з культурними, соціальними та технологічними змінами. Створення та формування ландшафтного дизайну можна поділити на такі етапи:

1. Античність. Перші згадки про ландшафтний дизайн науковці знайшли ще за часів Стародавнього Єгипту, Месопотамії та Персії. Там створювалися величні сади та парки навколо палаців і храмів (Рис.1).



**Рис.1** *Висячі сади Семіраміди*

У Стародавній Греції ландшафтна архітектура, як правило, була органічно інтегрована в природне середовище і активно використовувала рельєф і рослинність як основні його компоненти. У Греції були розвинені сади, такі як сади Академії та сади Алкіноя в Одиссеї Гомера (рис.2).



*Рис.2 Сади Стародавньої Греції*

2. Римська імперія. Римські сади та парки були відомі своєю геометричною симетрією та формальними структурами. Сади включали водні об'єкти, скульптури та архітектурні споруди (рис.3).



*Рис.3 Римський сад*

3. Середньовіччя. Для даного періоду було характерним створення монастирських садів, де вирощували лікарські рослини та пряні трави. Сади були важливою частиною замків і фортець (рис.4).



*Рис.4 Монастирський Сад*

4. Відродження. В епоху Відродження в Європі виникли формальні сади, відомі своєю симетрією та геометричними візерунками. Тут було активно використовували арки та тераси (Рис.5).



*Рис.5 Італійський сад епохи відродження*

5. Бароко. Епоха бароко принесла з собою великі формальні сади з комплексами фонтанів, каскадів та інших споруд, скульптур. Прикладом є Версальський палац у Франції (Рис.6).



*Рис.6 Диво парк-Версаль*

6. Романтизм та природний стиль. В 18-19 століттях з'явився інтерес до природного ландшафту і створення "природних" садів, які імітували дикі природні ландшафти. Це був рух у напрямку більш природної естетики (Рис.7).



*Рис.7 Сад в природному стилі*

7. Модернізм і сучасний ландшафтний дизайн. У 20 столітті в ландшафтному дизайні досліджував нові матеріали та ідеї. Зокрема, використання абстрактних форм та сучасних технологій. Ландшафтні

дизайнери почали активно звертати увагу на збереження природи та створення екологічно-свідомих проєктів (Рис.8).



*Рис.8 Сад в сучасному стилі*

Сучасний ландшафтний дизайн сформувався наприкінці 19 століття в результаті повної урбанізації міст завдяки технічному прогресу. Архітектори та садівники зрозуміли, що міські простори також потребують розумної організації та озеленення, і почали працювати разом, щоб надати місту нового вигляду та створити нову концепцію громадських парків і садів.

Сьогодні в ландшафтному дизайні спостерігається тенденція повернення до природи. На піку популярності дикі ділянки та еко-сади. Садове мистецтво набуло безліч незвичних форм, таких як озеленення дахів і стін багатоповерхівок та створення зелених екосистем всередині будівель. Зараз ландшафтний дизайн охоплює широкий спектр стилів та підходів, включаючи формальні, історичні, природні та сучасні елементи. Ландшафтні дизайнери працюють над створенням унікальних та функціональних ландшафтів, які відповідають потребам і естетичним уподобанням сучасного суспільства.

Ландшафтний дизайн в Україні. Розвиток ландшафтного дизайну в Україні слідує загальним трендам світового рівня і відображає власну історію, культурні впливи та екологічні особливості регіону. Свій початок український ландшафтний дизайн бере з 19 столітті створенням парків: Софіївка, Александрія та інші відомі палацо-паркові комплекси. Певний період цей напрям активно не розвивався в Україні. Тільки останні 20 років галузь отримала новий поштовх. Сучасні дизайнери використовують технології та досвід зарубіжних авторів, що позначається на самому розвитку та рівні підготовки майстрів.

Галузь ландшафтного дизайну в Україні поступово розвивається та вдосконалюється. Реалізуються нові проєкти, де використовують передові матеріали і технології. Асортимент рослин і дерев поступово розширюється,



дозволяючи замовникам вибирати те, що відповідає певним стилям садово-паркових об'єктів. Рівень професіоналізму місцевих ландшафтних дизайнерів зростає, що відкриває перспективи для розвитку красивих українських садів з багатьма сучасними парковими зонами. У багатьох містах України регулярно проводять виставки, присвячені ландшафтному дизайну та ландшафтній архітектурі, що сприяє підвищенню кваліфікації місцевих майстрів.

**Висновок.** Ландшафтний дизайн має довгу історію, що охоплює багато століть та різні епохи. Він розвивався в залежності від культурних, соціальних та технологічних змін. Сучасна галузь ландшафтного дизайну закріпилася в різних стилях та епохах. Останнім часом спостерігається певний розвиток та підвищення інтересу до цієї сфери в Україні. Загалом, сучасний ландшафтний дизайн охоплює широкий спектр стилів та підходів, і його розвиток відображає сучасні тенденції, включаючи збереження природи та створення екологічно-свідомих проектів.

### Список використаних джерел

1. Крижанівська Н.Я. Основи ландшафтного дизайну: Підручник. – К.: «Ліра-К», 2017. 218 с. "Коли дизайнер саду є ландшафтним дизайнером? Дійсно, коли сад є ландшафтом – чи навпаки?" . Bowles & Wyer. 2012.
2. «Запитання та відповідь». АСЛА. 2016.
3. Хребтов О. Р. Розвиток ландшафтного дизайну в Україні / О. Р. Хребтов // Дизайн-освіта: проблеми та перспективи : матеріали III Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., (присвячена міжнародному Дню дизайнера), (11–12 квітня 2018 р., м. Полтава) / уклад. Є. В. Кулик, І. В. Савенко ; Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка, каф. основ виробництва та дизайну. – Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2018. С. 262-265.
4. Розвиток ландшафтного дизайну в Україні: веб-сайт URL: <https://nicedgarden.com.ua/ua/articles/razvitie-landshaftnogo-dizayn-v-ukraine>
5. Що таке ландшафтний дизайн: веб-сайт. URL: <https://sad.ukr.bio/ua/articles/5526/>
6. Історія ландшафтного дизайну: веб-сайт. URL: <https://plants-club.ua/history-of-landscape-design-from-past-to-present68231/>
7. Жирнов А.Д. Ландшафтний дизайн / Енциклопедія сучасної України: веб-сайт. URL: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=53164/](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=53164/)

**Вадим ШАФОРСТ<sup>26</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПОПУЛЯЦІЮ ШКІДЛИВИХ КОМАХ**

***Анотація.** У статті проведений аналіз щодо дослідження динаміки та ефекті зміни клімату цього фундаментального процесу, а саме, як зміна в кліматі може призвести до збільшення чисельності і активності шкідливих комах. Як ці зміни впливають на географічний розподіл шкідливих комах, як зростання середньорічних температур стимулює розширення ареалів комах і відкриває для них нові території, що може призводити до руйнівного впливу на рослинний світ і сільське господарство загалом. Також це суттєво вплине на врожай, екологічну стабільність і загальний стан біорізноманіття, що нашоєвує нас на розробку необхідних стратегій адаптації та управління.*

***Annotation.** The article analyzes the study of the dynamics and effect of climate change on this fundamental process, namely, how climate change can lead to an increase in the number and activity of harmful insects. How these changes affect the geographic distribution of harmful insects, how the increase in average annual temperatures stimulates the expansion of insect habitats and opens up new territories for them, which can lead to devastating effects on plant life and agriculture in general. It will also significantly affect yields, ecological stability and the overall state of biodiversity, prompting us to develop the necessary adaptation and management strategies.*

***Вступ.** Зміна клімату стала однією з найважливіших проблем сучасного світу і має широкий вплив на природні екосистеми та людське суспільство. Вона призводить до змін в температурних режимах, опадів, рівня води в річках та морях, інтенсивності стихійних явищ і багатьох інших аспектів навколишнього середовища. Однією з груп організмів, які особливо відчують наслідки цієї зміни, є шкідливі комахи.*

*Шкідливі комахи є важливими факторами, що впливають на сільське господарство та екосистеми. Вони можуть завдавати збитків урожаю, поширювати хвороби рослин і людей, а також конкурувати з іншими видами на природних територіях. Зміна клімату створює нові умови для життя цих комах та може змінювати їхню біологію, розподіл та активність.*

*В даній науковій роботі розглядається важливий аспект впливу зміни клімату на популяції шкідливих комах. Вона аналізує, як зміна кліматичних умов може впливати на розподіл та динаміку цих комах, зокрема збільшення*

---

<sup>26</sup>Науковий керівник: кандидат с.-г. наук, ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ Ніна Рудська.

їхньої чисельності, розширення ареалу або зміни активних періодів.

Результати даного дослідження сприятимуть кращому розумінню та прогнозуванню впливу зміни клімату на популяції шкідливих комах, що є важливим для розробки стратегій управління та адаптації в сільському господарстві та екосистемах.

**Виклад основного матеріалу.** Зміна клімату, що стає визначальною проблемою сучасності, несе в собі важливий вплив на популяції шкідливих комах. Ця зміна призводить до значних зрушень у їхньому життєвому циклі, адаптації та розподілу.

Перше, що слід відзначити, це підвищення середніх температур, що прискорює розвиток та розмноження комах, збільшуючи їхню кількість поколінь за рік.

Тому за останнє десятиліття спостерігається загальний тренд згідно з Всесвітнім метеорологічним органом (ВМО), за яким середні температури на поверхні Землі зросли більш ніж на  $1^{\circ}\text{C}$  ( $1,8^{\circ}\text{C}$ ) від початку промислової ери (XIX століття) до початку XXI століття. Ці зміни відбуваються нерівномірно по всій планеті, і деякі регіони, зокрема Арктика, відчувають найбільший вплив. За останні десятиліття там відзначено підвищення середніх температур на близько  $2^{\circ}\text{C}$  ( $3,6^{\circ}\text{C}$ ). Також деякі роки такі як, 2016 був найтеплішим роком у світовій історії спостережень до того часу, з середньорічною температурою, яка перевищувала середню на близько  $1,1^{\circ}\text{C}$  ( $2^{\circ}\text{C}$ ). Підвищення температур головним чином пов'язане з антропогенними впливами, такими як викиди парникових газів, зумовлені діяльністю людини. Наприклад, вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), метан і діоксид азоту виробляються при споживанні вуглеводнів (паливо), обробці земель, транспорті і промисловості (рис. 1) [1]



Рис. 1 Графік середньорічної температури [1]

Зі зміною клімату можуть змінюватися розподіли природних ворогів шкідливих комах, таких як хижаки або паразити. Наприклад, підвищення температур може стимулювати розвиток деяких видів природних ворогів, що полюють на шкідливих комах. З іншого боку тепліші зими можуть призвести до збільшення чисельності комах, які зазвичай пригнічуються низькими температурами. Підвищення середніх температур взимку може сприяти зменшенню смертності личинок та лялечок совки кукурудзяної (*Sesamia nonagrioides*), яка є шкідливим видом. Тепліша зима може дозволити більшій кількості личинок пережити зиму та розпочати активний розвиток весною.

Крім того, зі збільшенням середніх температур під час льоту, комахи можуть мати більше поколінь протягом сезону. Це означає, що одна пара комах може видавати більше потомства, що призводить до зростання загальної чисельності популяції. Такі зміни в чисельності можуть мати важливий вплив на сільськогосподарські культури, особливо на рослини.

Збільшення чисельності популяції комах також може вплинути на фенологію рослин, включаючи кукурудзу. Наприклад, раннє цвітіння або збільшення тривалості фази активного росту рослин може створити сприятливіші умови для комах. Як наслідок, може збільшитися ареал більш сприятливих умов для совки кукурудзяної, що може призвести до їхнього розширення в нові території. Це може призвести до змін у їхньому живленні, що також вплине на успішність розмноження та виживання личинок.[3]

Також було проведено дослідження, як зміна клімату впливає на популяції попелиць таких як велика злакова попелиця (*Sitobion avenae* F.), яка є шкідником для сільського господарства, особливо на культури злаків. Дослідження сезонної динаміки розвитку попелиць у правобережному Лісостепу України вказує на щорічне зростання чисельності цього шкідливого виду.

Особливо варто виділити 2018 рік, коли спостерігалися найбільш сприятливі умови для розвитку попелиць. Однак опади також виявилися лімітуючим фактором для їхнього розвитку в цьому році. У квітні та травні відзначилася мінімальна кількість опадів, що було несприятливим для комах. Більше опадів випало у червні та липні, але ці опади були нерівномірними, що також не сприяло розвитку попелиць.

Іншим лімітуючим фактором на яких також вплинув температурний режим були їх природні вороги, які включали кокцінелід, золотоочок, мух-сирфідів та жужелиць. Серед них сонечка та їздці мали найбільшу чисельність і впливали на популяцію попелиць. Максимальну кількість сонечок було зафіксовано у червні, що співпало з піком розвитку *Sitobion avenae* F.

Однак одним із ключових факторів, що сприяв росту популяції попелиць, був початок відродження личинок навесні в квітні. Це стало можливим завдяки тому, що середньодобові температури повітря в цей період перевищували 10°C. Підвищення середньодобових температур сприяло прискоренню розвитку та збільшенню успішності розмноження личинок та ляльок попелиць (рис. 2).

Ці фактори демонструють, як зміна клімату може впливати на

чисельність та активність популяцій шкідливих комах, і підкреслюють важливість подальших досліджень цієї теми для розвитку ефективних стратегій управління комахами у сільському господарстві.

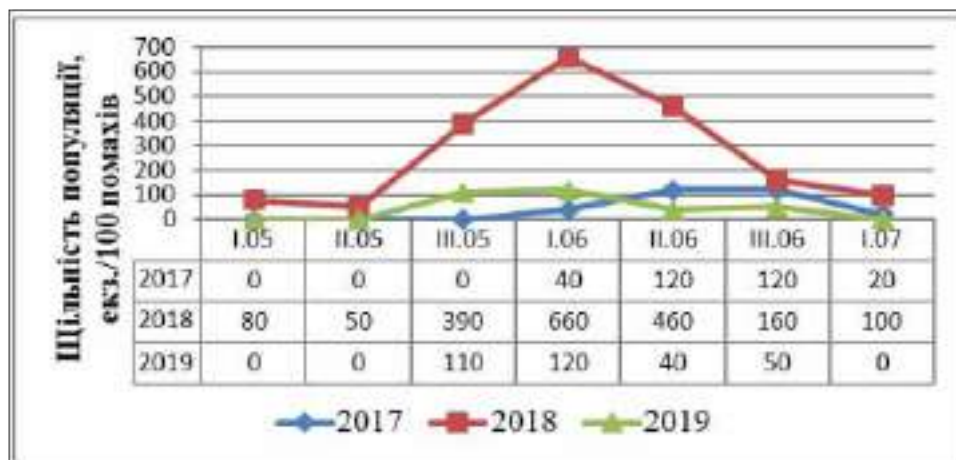


Рис 2. Щільність популяції попелиці [4]

Зменшити популяцію шкідливих комах при зміні клімату можна комплексними підходами та розробкою науково обґрунтованих стратегій контролю. Таких як вивчення фенології шкідників які допоможуть розробити оптимальний графік застосування заходів контролю. Моніторинг популяцій за допомогою сучасних технологій дає змогу визначати чисельність та розподіл шкідливих комах у реальному часі. Також можна включити використання природних ворогів, які будуть ефективним методом регулювання популяцій. Селекція рослин може забезпечити стійкість до шкідливих комах.

Враховуючи це можна сказати, що збільшення середньодобової температури, особливо якщо вона знаходиться в межах оптимального діапазону для розвитку цих комах, може сприяти їхньому прискореному росту та розмноженню. Це в свою чергу, може призвести до збільшення кількості поколінь шкідливих комах, що може мати далекосяжні наслідки та призвести до збільшення їхньої популяції

Тому необхідно подальше наукове дослідження та спостереження, щоб краще розуміти вплив зміни клімату на популяції попелиць та розробляти стратегії контролю цього шкідника. Розуміння цього впливу є важливим для забезпечення стійкості сільськогосподарських екосистем та збереження урожаїв в умовах зміни клімату

**Висновок.** У даній науковій статті було досліджено вплив зміни клімату на популяції шкідливих комах. Зміна клімату виявилася ключовим фактором, що суттєво впливає на біорізноманіття, сільське господарство та екосистеми. Дослідження підтверджує, що цей вплив є різноманітним і має багато аспектів, кожен з яких варто враховувати при розробці стратегій управління та адаптації до зміни клімату.

Продемонстровано, як підвищення середніх температур сприяє активнішому розвитку та розмноженню шкідливих комах, що може призводити до збільшення їхньої чисельності та врожаїв. Розглянули зміну у географічному

розподілі комах, які можуть розширювати свої ареали і ставати нові загрозами для рослинних і територіальних екосистем.

Також проаналізовано екологічні наслідки змін в кліматі, особливо в контексті сільського господарства, і підкреслили важливість розробки науково обґрунтованих стратегій адаптації та управління для забезпечення сталості екосистем та господарських систем в сучасних умовах зміни клімату.

Дослідження підкреслює необхідність невідкладних дій на рівні міжнародних спільнот та відповідального ставлення до проблеми зміни клімату. Ця проблема не тільки впливає на шкідливих комах, але і на всі живі організми та наші спільні зусилля щодо збереження нашої планети. Розуміння цього впливу допоможе нам розробити більш ефективні заходи для збереження нашого природного спадку і забезпечення сталого розвитку

### Список використаних джерел

1. Глобальне потепління –проблема, що не має кордонів. URL: <https://phc.org.ua/news/globalne-poteplinnya-problema-scho-ne-mae-kordoniv> (дата звернення 21.09.2023 р.)
2. Мелюхіна Г.В. Сукупна динаміка щільності міжвидових природних популяцій біорізноманіття корисних комах-ентомофагів і шкідливих комах-господарів злакових попелиць (Homoptera, Aphididae) протягом усієї вегетації пшениці озимої в Лісостепу України. Біоресурси і природокористування. 2017. 9, № 5–6. С.98–102.
3. Зміни клімату впливають на активність шкідників. Чого остерігатися на вашому полі? URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/zmini-klimatu-vplivaut-na-aktivnist-skidnikiv-cogo-osterigatisa-na-vasomu-poli> (дата звернення 19.09.2023 р.)
4. Мостов'як С. М., Медвідь В. С. Абіотичні та біотичні чинники впливу на щільність популяції великої злакової попелиці (*Sitobion avenae* F.) у правобережному лісостепу України. RS Global Journal, 2019. URL: <https://rsglobal.pl/index.php/ws/article/view/274/263> (дата звернення 20.09.23 р.)
5. Кліматичні зміни набирають обертів, а комахи поширюються по всьому світу. URL: <https://infoindustria.com.ua/klimatichni-zmini-nabirayut-obertiv-a-komahi-poshiruyutsya-po-vsomu-svitu/> (дата звернення 20.09.23 р.)

Володимир ІЩУК<sup>27</sup>,  
студент 2-го курсу,  
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,  
Вінницький національний аграрний університету  
Вінниця, Україна

## ЕКОЛОГО-ЕСТЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ СУСПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБАМИ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

***Анотація.** У контексті зростання міського землекористування та відповідного впливу на навколишнє середовище зелені насадження забезпечують екосистемні послуги для здоров'я людини. Концепція екосистемних послуг синтезує взаємодію між людиною та навколишнім середовищем через серію об'єднаних компонентів біорізноманіття та абіотичних елементів, пов'язуючи екологічні процеси та функції. У цій статті йдеться про еколого-естетичні аспекти організації територій суспільного використання засобами зеленої інфраструктури.*

***Annotation.** In the context of increasing urban land use and the corresponding environmental impact, green spaces provide ecosystem services for human health. The concept of ecosystem services synthesises the interaction between humans and the environment through a series of combined biodiversity and abiotic elements, linking ecological processes and functions. This article focuses on the ecological and aesthetic aspects of organising public areas using green infrastructure.*

**Вступ.** Міське землекористування є основною причиною впливу на навколишнє середовище як у локальному, так і у глобальному масштабі.

Незважаючи на те, що на нього припадає лише 2% світового землекористування, близько половини населення світу живе в містах, і тут розташована більшість промислових підприємств.

Використання зеленої інфраструктури в основному базується на умовах, у яких переживає місто: розмір міста, швидкість його зростання, економічна ситуація та можливості підтримки зеленого підходу до оновлення міст. В ідеальній ситуації зелена інфраструктура складається з двох різних компонентів, хабів і зв'язків, де хаби базуються на різних видах зелених зон (наприклад, громадські місця, парки, ліси тощо), а зв'язки є сполученнями між областями, що сприяють потоку екосистем, що працюють як зелені коридори. Інший аспект полягає в тому, яку роль відіграє міська зелена інфраструктура у плануванні.

Багатьом швидко зростаючим містам вже бракує достатньої кількості зелених насаджень та інфраструктури. Основні причини неадаптації міської

---

<sup>27</sup>Науковий керівник – Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

зеленої інфраструктури до планування пов'язані з відсутністю знань щодо витрат, вигод і наслідків.

**Мета** статті полягає у вивченні еколого-естетичних аспектів організації територій суспільного використання засобами зеленої інфраструктури.

**Виклад основного матеріалу.** Загальновідомо, що міські зелені насадження пом'якшують вплив урбанізації на землекористування і представляють собою «відкриті простори, що перебувають у державній власності та доступні в межах міських і приміських територій, які повністю або частково вкриті значною кількістю рослинності». До них належать ліси, дорожні дерева, а також дерева в парках, садах і заповідниках. Парки, сквери, дорожні дерева тощо є невід'ємними елементами міського планування, оскільки в міських планах є конкретні вказівки, які регулюють взаємозв'язок між зеленими та забудованими просторами. Концепція екосистемних послуг синтезує взаємодію людини та навколишнього середовища, яка пов'язує біофізичні структури та екологічні функції з товарами та послугами, корисними для людей. Наступною метою є стимулювання створення зелених насаджень, які є функціональними для розвитку екосистемних послуг у межах територій, які часто спроектовані монофункціональним способом, наприклад, забудованих просторів або сірої інфраструктури. З цією метою важливо розуміти екологічні функції, які можна розвинути, враховуючи інтеграцію природних рішень у забудоване середовище чи сіру інфраструктуру, а також відносні вигоди чи послуги, які вони можуть отримати, враховуючи взаємодію рослинності та контекст і їх призначення [1].

Варто зазначити, що дизайн зелених насаджень для збільшення екосистемних послуг потребує адаптації різних наукових дисциплін у різних екологічних і міських масштабах, таких як взаємодія окремої рослини з навколишньою екологічною матрицею або зв'язок зелених насаджень з муніципалітетом (макрмасштаб), околицями (мезомасштаб) та окремі будівлі (мікрмасштаб). Таким чином, зелену інфраструктуру необхідно планувати, перетинаючи різні дисципліни в різних масштабах дослідження, щоб зменшити розрив у знаннях окремих секторів.

Такий підхід базується на новому міждисциплінарному баченні послуг міських екосистем (зелених інфраструктур), яке не обмежується простим впровадженням рослинності в міські території, але робить рослинність активною частиною дизайну міського простору, зосереджуючись на її впливі на добробут людей. Таким чином, намір тут також полягає в тому, щоб забезпечити бачення потенційної взаємодії між абіотичними та біотичними компонентами, які можуть впливати на окремі рослини в міському контексті, оскільки це може впливати на здатність рослинності підтримувати послуги екосистеми в різних масштабах.

Слід наголосити на тому вагомому чиннику, що зелена інфраструктура також зменшує стрес для жителів та гостей міста, а також підвищує вартість нерухомості та робить міські території більш привабливими. Взаємодія людей із зеленими насадженнями сприяє психологічному здоров'ю, покращує настрій



і увагу, а також зменшує стрес і тривогу. Інші послуги, такі як виробництво продуктів харчування та боротьба з ерозією, можуть мати меншу цінність у міському контексті, але можуть вважатися доречними в міських або регіональних районах.

Варто взяти до уваги, що позитивний вплив зелених насаджень на пряме та опосередковане виробництво екосистемних послуг все ще недостатньо визнано, і нові перспективи можуть бути відкриті шляхом впровадження нових технологій. Наприклад, дендрохімія є консолідованим інструментом для виявлення вивільнення забруднюючих речовин від людської діяльності з плином часу та застосовна до розростання дерев, яке було присутнє протягом багатьох років у міському контексті [2].

Я погоджуюся з тим твердженням, що для міста після нашої обов'язкової перемоги у цій клятій війні будуть актуальними проектування зелених дахів. Вони являють собою стратегію перетворення герметичних і сонячних теплових поверхонь даху в багатофункціональні екологічні простори. Загалом, зелений дах складається з рослинності, середовища росту (субстрату) та багатьох інших шарів (дренажний шар, гідроізоляційна мембрана тощо) для того, щоб запобігти негативним наслідкам взаємодії між рослинністю та будівельними конструкціями та позитивно впливає на якісний стан будівлі.

Зелені дахи – це природні рішення, які використовуються в громадських і приватних будівлях для збільшення екосистемних послуг із позитивним впливом на споживання енергії, вплив міських теплових островів (метеорологічне явище, коли через діяльність людини температура у містах вища, ніж у навколишніх сільських місцевостях) і утворення парникових газів у міських районах.



*Рис. 1. Приклад надбудови (ліворуч), яка виграє від стратегій використання зелених дахів (праворуч) [3]*

Зелений дах може поєднувати забудовані та зелені зони, а багатофункціональність, у цьому випадку, являє собою здатність створювати стратифіковане використання міського простору, що переходить від монофункціонального використання конкретного міського простору до інтеграції різних функціональних можливостей, які здатні підвищити екологічність і соціальний добробут людей (рис.1). Однак, щоб включити технологію зелених дахів у міські стратегії в усьому світі, дуже важливо

розробити рішення, які здатні зменшити витрати на встановлення з урахуванням обмежень ваги даху та відповідної практики управління.

Вважається за необхідне відзначити те, що проект зеленої інфраструктури також повинен враховувати відповідні установки на основі мети, яку потрібно досягти, і проблеми, яку потрібно вирішити, а також потоки енергії та матеріалів, які можуть виникати між зеленими насадженнями та навколишнім середовищем. Такі енергетичні та матеріальні потоки характеризують екологічні функції, які є основою екосистемних послуг, які можуть приносити переваги або негативно впливати на добробут людей відповідно. У цьому сенсі зелену інфраструктуру слід розглядати не як елемент вуличних меблів, а як той елемент, котрий взаємодіє з навколишнім середовищем [4].

Незважаючи на консолідовані наукові знання про величезні переваги, які зелена інфраструктура може принести, якщо їх правильно спроектувати, у швидко зростаючих містах планувальники та особи, які приймають рішення, не приділяють достатньої уваги його розвитку. Наприклад, промисловий сектор все ще погано оцінює переваги зелених технологій. Промислова зона являє собою забудоване середовище, розташоване на межі міст або, в деяких випадках, поглинене містами, і являє собою велику непроникність міської поверхні порівняно з розмірами міст.

Зрозуміло, що планування зеленої інфраструктури має реалізовуватися через міждисциплінарний підхід, який залучає різних експертів з різних дисциплін, таких як біологи, які працюють у різних екологічних масштабах, починаючи від окремих рослин до цілої екосистеми, і планувальники, які можуть працювати в різних міських масштабах, починаючи від мікро-, до мезо- та макромасштабів. Вкрай важливо генерувати взаємодію та обмін ідеями між різними дисциплінами за допомогою багатомасштабного підходу, щоб отримати максимальну користь. Крім того, планування має залучати як інституційних осіб, які приймають рішення, так і окремих зацікавлених сторін, які працюють над відновленням міст, щоб розвинути усвідомлення соціальних, екологічних та економічних переваг, які надає зелена інфраструктура [5]. Планувальники повинні розглядати зелені зони як соціальну екологічну систему, де існує сильна взаємодія між умовами навколишнього середовища, економічними цілями та соціальними потребами для того, щоб визначити проблеми екосистемних послуг.

**Висновок.** Отже, для того, щоб спроектувати екологічно-естетичне місто слід починати із загального аналізу екосистемних послуг і переваг, які надає зелена інфраструктура, зосереджена на зелених дахах і міських громадських садах як на важливих стратегіях, здатних зменшити екологічний слід міських територій з точки зору споживання енергетичних ресурсів, переробки відходів і харчове виробництво. Звичайно, розміри та форма сконструйованого середовища існування можуть впливати на здатність підтримувати біорізноманіття та екосистемні послуги, але в контексті зелених дахів і громадських садів у міських районах це можуть бути другорядними аспектами, оскільки вони є хорошою альтернативою гіперводонепроникним поверхням або

поверхням із низькою екологічною та соціальною цінністю. Крім того, інтеграція та просування зеленої інфраструктури в приватних просторах є важливими для посилення переваг, які ці рішення можуть принести міським системам, тому що багато невеликих рішень, складених разом і доданих до тих, що створюються в громадських місцях, можуть мати цілісний вплив на пом'якшення міського впливу.

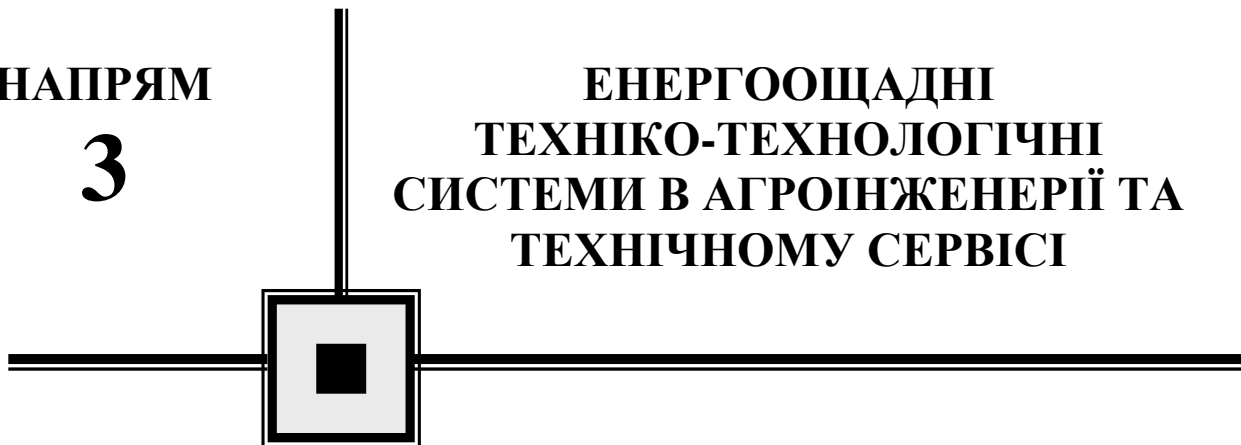
### **Список використаних джерел**

1. Максименко Н. В., Бурченко С. В. Теоретичні основи стратегії зеленої інфраструктури: міжнародний досвід. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2019. №31. С. 16-25. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-31-0211>.

2. Максименко Н., Бурченко С., Уткіна К., Бугакова М. Вплив зеленої інфраструктури на якість поверх-невогостоку (на прикладі зелених дахів у м. Харків). Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». 2021. №55. С. 274-284. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-20>

НАПРЯМ  
3

ЕНЕРГООЩАДНІ  
ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ  
СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА  
ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ



Марина ШИНКАРУК<sup>1</sup>,  
бакалавр 3-го року навчання,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ВІДОМИХ МЕТОДІВ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ  
ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ  
ПРОДУКТІВ

**Анотація.** Актуальність роботи – поліпшення якості с.-г. продуктів при виробництві, переробці та зберіганні є актуальною проблемою сучасної науки та техніки. Основними показниками якості є вологість та наявність домішок, які мають значний вплив на фізичні, хімічні, механічні та технологічні властивості, які в свою чергу характеризують вартість, безпеку, харчову та споживчу цінність товарів. Методи і засоби вимірювання вологості матеріалів та деяких середовищ за принципами дії умовно можна розділити на такі: гравіметричні, хімічні, кондуктометричні (омічні), діелектричні (надвисокочастотні), оптичні, гамаскопічні, нейтронні, ядерного магнітного резонансу (ЯМР) та інші.

**Annotation.** The urgency of the work is to improve the quality of rural and urban areas. products during production, processing and storage is an urgent problem of modern science and technology. The main quality indicators are moisture and the presence of impurities, which have a significant impact on physical, chemical, mechanical and technological properties, which in turn characterize the cost, safety, nutritional and consumer value of goods. The methods and means of measuring the moisture content of materials and some environments according to the principles of action can be conventionally divided into the following: gravimetric, chemical, conductometric (ohmic), dielectric (high-frequency), optical, gammascopic, neutron, nuclear magnetic resonance (NMR) and others.

**Вступ.** Вологість є важливим параметром для якісного контролю та зберігання сільськогосподарських продуктів, так як вона впливає на їх тривалість

<sup>1</sup>Науковий керівник: к.т.н., доцент Швець Л.В., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

зберігання, структуру та властивості. Для точного та надійного визначення вологості існує ряд методів та пристроїв, які застосовуються у сільському господарстві та продовольчій промисловості. У даному аналітичному огляді розглянуті основні методи та пристрої, використовувані для визначення вологості сільськогосподарських продуктів.

**Гравіметричний метод:** Цей метод ґрунтується на зважуванні зразків продукту перед та після висушування. Вага втрати після висушування відображає вміст вологи. Даний метод є точним, але вимагає багато часу та спеціального обладнання.

**Термічний метод:** Цей метод використовує теплову енергію для вимірювання вологості.

Популярні підходи включають методи інфрачервоної сушки та мікрохвильової сушки. Ці методи швидші та менш роботозатратні порівняно з гравіметричним, але можуть бути менш точними залежно від типу продукту.

**Діелектричний метод:** Цей метод вимірює зміни діелектричної проникності продукту залежно від вологості. Він використовується у вологомірах на основі конденсатора, які швидко визначають вологість продукту без його пошкодження.

**Оптичний метод:** Деякі оптичні методи, як наприклад метод блискавки та методів розсіяння світла, базуються на змінах в оптичних властивостях продукту через вологість. Вони можуть бути швидкими та неінвазивними, але точність може бути обмеженою.

**Акустичний метод:** Цей метод використовує зміни в ультразвукових характеристиках продукту для вимірювання вологості. Він може бути використаний для непористих продуктів та не вимагає прямого контакту з продуктом.

У цьому аналітичному огляді були розглянуті основні методи та пристрої для визначення вологості сільськогосподарських продуктів. Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, і вибір конкретного методу залежить від типу продукту, точності вимірювання та доступності обладнання.

**Мета.** Розробка інформаційно-вимірювальної системи для визначення вологості та домішок у сільськогосподарських продуктах на основі ідентифікації параметрів схем підстановки конденсаторних вимірювальних перетворювачів, представлених багатоелементними двополюсниками.

Об'єктом дослідження – якість с.-г. продуктів при виробництві, розробка систем для вимірювання вологості. Предмет дослідження – методи визначення вологості та наявності домішок у сільськогосподарських продуктах на основі ідентифікації їх електрофізичних властивостей за допомогою діелектричних (конденсаторних) методів.

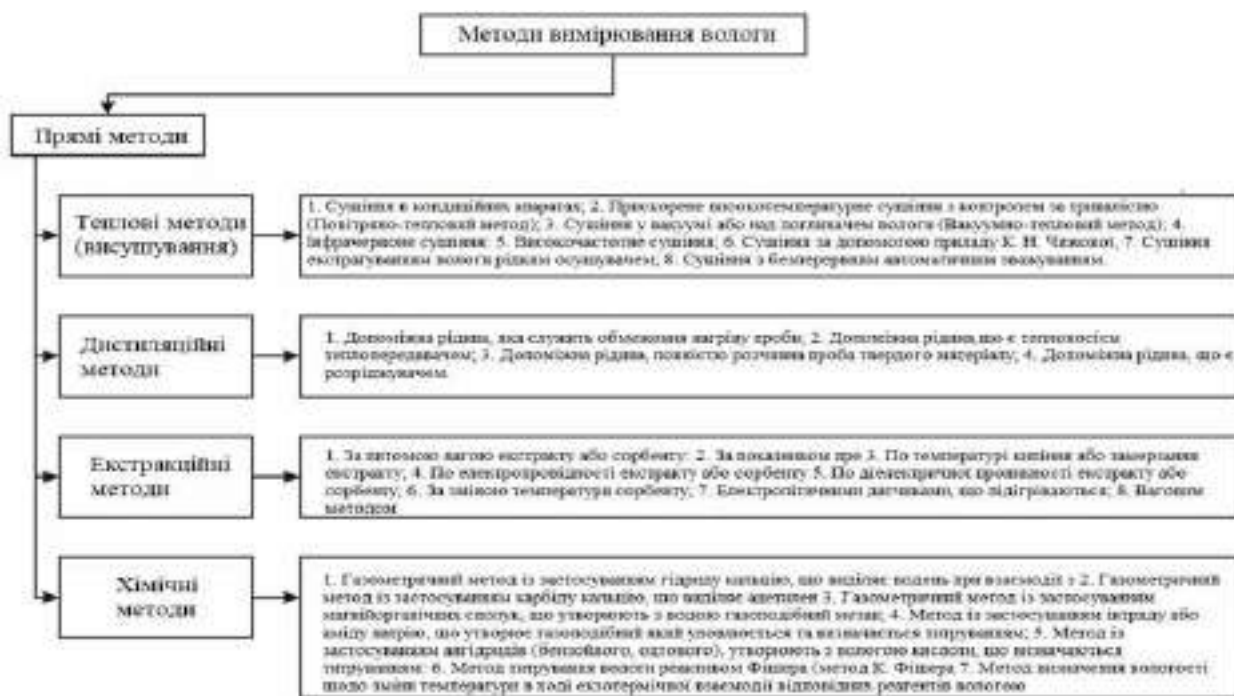
**Виклад основного матеріалу.** Дослідження методів та пристроїв для вимірювання вологості сільськогосподарських продуктів. Сьогодні вимірювання вологості матеріалів є важливим технічним завданням практично у всіх галузях сільського господарства, промисловості та будівництва. Дуже важко знайти галузь науки і техніки, яка б не потребувала вимірювання вологості. Це пов'язано

з тим, що в більшості технічних процесів використовуються матеріали та вироби зі строго визначеним вмістом води, що досягається шляхом сушіння або зволоження.

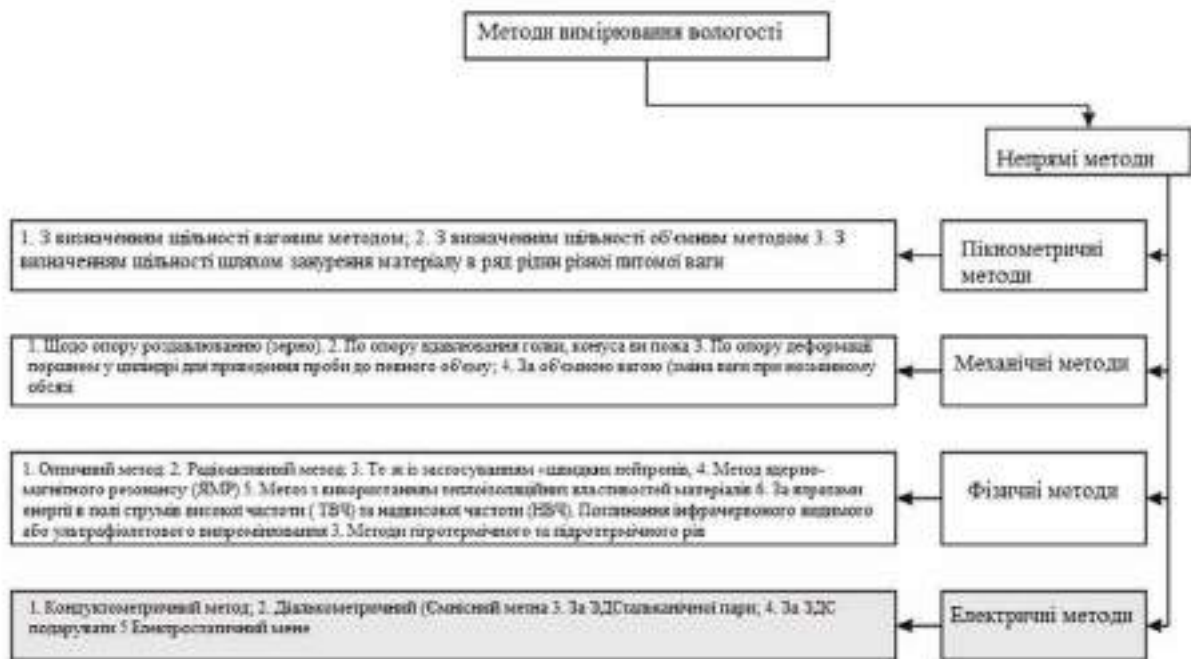
Одним з найважливіших показників якості сільськогосподарської продукції є вологість, яка має значний вплив на собівартість, технічну та харчову цінність і наявність або відсутність споживчих властивостей сільськогосподарської продукції. Оскільки вологість має велике значення для насіння сільськогосподарських культур і надає інформацію про дозрівання, спосіб і строки збирання, режими роботи збиральної, мийної та сушильної техніки, безпечні умови зберігання, то точне і швидке визначення цієї величини є найважливішим завданням сучасної науки і техніки. [1, 2]

На рисунку 1 наведено повну класифікаційну схему методів визначення вологості, з якої можна виділити такі найпоширеніші методи: повітряно-тепловий, вакуумно-тепловий, інфрачервоний, оптичний, ядерно-магнітного резонансу, нейтронний, хімічний, дистиляційний, надвисокочастотний, вимірювання електропровідності та діелектричних властивостей - це вимірювання фізичних величин, функціонально пов'язаних з вологістю матеріалів, які є швидкими але точність результатів вимірювань при цьому знижується. Використання непрямих методів вимагає попереднього визначення залежності вимірюваної фізичної величини від вологості матеріалу.

Відомі методи вимірювання вологості сільськогосподарської продукції прийнято поділяти на прямі та непрямі. Прямі методи засновані на безпосередньому видаленні води з матеріалу і є більш точними за рахунок більш тривалого часу. Непрямі методи базуються на вимірюванні фізичних величин, функціонально пов'язаних з вологістю матеріалу, і відрізняються високою швидкістю, але зниженою точністю результатів вимірювання.



*\*Продовження схеми на наступній сторін*



**Рис. 1 Методи виміру вологості сільськогосподарських продуктів**

Використання непрямих методів вимагає попереднього визначення залежності вимірюваної фізичної величини від вологості матеріалу.

Метод повітряно-теплового вимірювання набув найбільшої популярності серед прямих методів визначення вологості, сутність якого полягає у проведенні повітряно-теплової сушки зразка матеріалу до досягнення рівноваги з навколишньою середовищем, що характеризує видалення вологи з матеріалу. Зазначений метод застосовується для вимірювання вологості твердих, розсипних, дрібнодроблених, порошкоподібних, листових, плівкових тощо матеріалів, що перш за все пов'язано з його високою точністю та універсальністю.

Метод повітряно-теплового вимірювання є виключно емпіричним, оскільки вимірюється не справжнє значення вологості, а умовне значення, яке дуже близьке до нього. Виконання вимірювань в різних умовах (тобто за різних значень методичних та додаткових похибок) призводить до погано порівнюваних результатів. Точніші результати можна отримати за допомогою вакуумно-теплового методу, при якому сушіння проводиться в камері до сталої маси за зниженого тиску. [3]

Вакуумно-тепловий метод. Для вимірювання вологості на зразковій вакуумно-тепловій установці відбирають проби, після чого їх очищають від домішок, включаючи метали, і поміщають у скляний герметичний контейнер. Цей контейнер ставлять у холодильник (або холодне приміщення при температурі  $6 \pm 4$  °C) на 72 години, протягом яких потрібно щоденно перемішувати пробу. За 24 години до початку вимірювання вологості контейнер з пробю розміщують у приміщенні, де знаходиться установка, це необхідно для встановлення в пробі кімнатної температури  $20 \pm 5$  °C. Прямо перед вимірюванням пробу дослідженого матеріалу ретельно перемішують протягом

20–30 хвилин і після підготовки кувшинів відбирають навіски масою 10 г. Порожні кувшини та з навісками важать окремо один раз з точністю до двох десяткових знаків, після чого виконується підсушування навісок неподрібненого продукту. Після підсушування навіски з кувшинами охолоджують і розмелюють до розміру, контрольованого ситами №1 та №8. Потім проводиться відводка матеріалу, і після завершення процесу знову охолоджують в ексікаторі до кімнатної температури. Останнім етапом є зважування кувшинів з навіскою зневодненого продукту та розрахунок значень вологості.

Метод інфрачервоної сушіння. Сучасні дослідження показали, що одним з найбільш перспективних термогравіметричних методів визначення вологості матеріалів є інфрачервона сушіння, яке ґрунтується на процесі нагрівання досліджуваного продукту за допомогою інфрачервоних променів. Такий спосіб сушіння вигідно відрізняється від інших теплових методів тим, що нагрівається лише досліджуваний матеріал, а не повітря, що присутнє в сушильній камері. Це дозволяє процесу сушіння протікати максимально ефективно та рівномірно по всьому продукту, скорочуючи витрати часу та енергії при дослідженні. Крім того, оптимальна температура сушіння насіння сільськогосподарських культур значно нижча – 35...45 °С, що дозволяє зберегти насінневі якості досліджуваного продукту. Щодо тривалості впливу на зерно, то, як показали дослідження, тривалість перебування зерна за даної температури впливає на насінневі якості зерна набагато менше, на відміну від незначного підвищення температури вище максимальної. [4]

Оптичний метод визначення вологості базується на зміні оптичних властивостей матеріалів в залежності від вмісту в них води. Для вимірювання вологості сільськогосподарських культур застосовуються інфрачервоні спектри, які забезпечують високий діапазон вимірювання від 0,0001 до 100%, при мінімальному впливі температури (в межах 0,002 % на 1 °С) [17]. Принцип роботи оптичних вологоаналізаторів ґрунтується на дослідженні спектральної характеристики ІЧ-випромінювання залежно від вибіркового поглинання водою певної довжини хвилі, відображення поверхнею досліджуваного матеріалу або пропускання такого випромінювання через речовину. Найбільш придатною для аналізу є ІЧ-область, а саме від 0,76 до 2,5 мкм, в деяку інтенсивність. При цьому, для уникнення розсіювальних властивостей деяких продуктів, застосовуються двоххвильові схеми вимірювання - на опорній, розташованій за полозою поглинання, та вимірювальній, яка співпадає з полозою поглинання, довжинах хвиль, які послідовно посилаються на речовину.

Метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР). В основі методу ядерного магнітного резонансу лежить здатність атомів води поглинати енергію високочастотного магнітного поля, що пов'язане з явищем переходу ядер між енергетичними рівнями внаслідок виникнення магнітного моменту, який при взаємодії з магнітним полем заданої частоти призводить до появи резонансу протонів та переорієнтації ядер води. На момент резонансу поглинання високочастотного відображення енергії різко зростає, що дозволяє судити про вологість досліджуваного матеріалу.



Застосування цього методу дозволяє контролювати вологість та якість сільськогосподарської сировини без використання шкідливих, токсичних розчинників, різних додаткових пристроїв, хімічної та фізичної обробки зразків, що призводить до їх руйнування. Проте існує ряд факторів, які впливають на результати вимірювань та додають додаткові похибки:

- нерівномірність та нестабільність магнітного поля;
- нерівномірність та нестабільність частоти змінного поля; – коефіцієнт заповнення датчика та щільність матеріалу; – температура досліджуваного матеріалу; – наявність воденьмістких компонентів.

**Хімічний метод.** Хімічні методи визначення вологості ґрунтуються на обробці досліджуваного матеріалу спеціальними реагентами, які вступають у хімічну реакцію лише з водою. Ці методи можна поділити на газометричні, титрометричні, термометричні, спеціальні та інші, але це поділ є умовним, оскільки в більшості випадків використовується одне й те ж обладнання, придатне для проведення аналізу з застосуванням різних реагентів.

Серед хімічних методів найбільше поширення отримали газометричні методи, які ґрунтуються на прямопропорційній залежності кількості виділених газів від вологості матеріалу, в результаті хімічної реакції з певними реагентами. Основним реагентом є гідрид або карбід кальцію, що є ефективним висушувачем для твердих, рідких і газоподібних речовин, але також часто використовуються подібні за хімічними властивостями металевий натрій або магній.

**Дистиляційний метод.** Дистиляційні методи вимірювання вологості базуються на перегонці води, що міститься у зразку, з органічною рідиною (толуол, ксилол, бензол, трихлоретилен, тетрахлоретан тощо), яка під час кипіння не змішується з водою, а утворює пари з частковим тиском меншим, ніж тиск парів окремих компонентів. Отримані пари конденсують у воду і збирають у градуйовану трубку (або бюретку), що дозволяє виміряти кількість перегнаної води. Зайвий об'єм органічної рідини повертається назад до перегінної колби для повторного використання при кипінні. Про закінчення перегонки судять за припиненням накопичення води в градуйованій трубці, а також за підвищенням температури виділяються парів до температури кипіння чистої органічної рідини (наприклад, температура кипіння толуолу  $t_{\text{кип.}} = 110,6 \text{ }^\circ\text{C}$ , бензолу  $t_{\text{кип.}} = 80,1 \text{ }^\circ\text{C}$ , ксилолу  $t_{\text{кип.}} = 144 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Змірявши об'єм відділеної води при відомій масі зразка, можна з достатньою точністю зробити висновок про ступінь вологості досліджуваного продукту. [3, 4]

**Зверхвисокочастотний метод (ЗВЧ).** ЗВЧ методи базуються на дослідженні характеру зміни діелектричних властивостей продуктів під впливом радіохвиль різних діапазонів. Спочатку ідея можливості використання радіохвиль для вологомірної діагностики виникла під час експлуатації перших радіолокаційних пристроїв сантиметрового діапазону, коли було помічено, що під час туману або дощу інтенсивність відбитих сигналів різко зменшується, аж до повного зникнення. Причина такого послаблення, як пізніше виявили вчені, полягала у здатності молекул водяного пару поглинати мікрохвильову область радіодіапазону на частоті 22237 МГц (довжина хвилі  $\lambda = 1,35 \text{ см}$ ).

Нейтронний метод вимірювання вологості насіння сільськогосподарських культур та інших розсипних матеріалів базується на явищі сповільнення швидких нейтронів під час зіткнення з атомами досліджуваної речовини, яку називають сповільнювачем. Один із найкращих сповільнювачів - це вода, що пов'язано з наявністю в її складі легких елементів - атомів водню, під час зіткнень з якими відбувається значна втрата енергії. Такі зіткнення, супроводжуючись зменшенням кінетичної енергії швидких нейтронів, призводять до їх перетворення в повільні та теплові нейтрони, які легко реєструються спеціальними детекторами. Багато досліджень показали, що через пружні зіткнення з ядрами води швидкі нейтрони з енергією 0,5 МеВ та більше втрачають енергію сотні разів і в середньому мають енергію від 1 до 0,025 еВ.

Кондуктометричний метод. Більшість сільськогосподарських матеріалів, з якими доводиться зіштовхуватися під час вимірювання вологості, у сухому вигляді представляють собою макроскопічно неоднорідні діелектрики з виробничим опором  $\rho=10^{10}-10^{15}$  Ом·см та вище. При зволоженні таких матеріалів виробничий опір різко знижується до  $10^{-2}-10^{-3}$  Ом·см, що характеризує їх у цьому стані як провідники. Це пояснюється тим, що вода, що міститься в пористих матеріалах, утворює капілярні мостики між електродами або повні провідні плівки, що підвищують електропровідність досліджуваного матеріалу на 12-18 порядків. На цьому явищі базується кондуктометричний метод визначення вологості, при якому вимірюється електричний опір матеріалу, поміщеного в датчик пристрою.

Діелектричний (ємнісний) метод. Один із найпоширеніших методів визначення вологості сільськогосподарських продуктів – діелектричний (ємнісний) метод діелектричної ємності для вимірювання вологості ґрунту.

**Таблиця 1**

**Основні технічні характеристики дієлькометричних вологомірів**

Назва приладу	Країна виробник	Діапазон вимірювання %	Похибка вимірювання %	Тривалість вимірювання (не більше), с.	Потужність, W (Вт)	Діапазон робочих температур °С
Wile 35	Фінляндія	6-35	$\pm 1$	50	0,8	5-40
WILE-55	Фінляндія	8-35	$\pm 0,5-1,0$	50	0,8	5-40
WILE-65	Фінляндія	8-35	$\pm 0,5$	15	0,8	0-60
Grain Master	США	5-40	$\pm 0,5$	10	0,6	0-40
Multi-Grain	США	6-45	$\pm 0,5$	10	1,5	5-40
GAC500	США	5-45	$\pm 0,5$	15	5,4	0-50
ВСП-100	Україна	4-30	$\pm 0,8$	60	0,3	5-35
ВСП-99	Україна	4-24	$\pm 0,5$	60	0,5	5-35
Superpoint	Данія	5-45	$\pm 0,5$	50	0,75	0-45
Farmpoint	Данія	5-45	$\pm 0,5$	50	2,0	0-45
HE-50	Германія	8-35	$\pm 0,5$	60	3,2	5-45

Цей метод ґрунтується на вимірюванні ємності датчика, в якому діелектрична проникливість (ДП) вологого матеріалу є лінійною функцією його вмісту води. Оскільки діелектрична проникливість сухого матеріалу  $\epsilon_{пр}$  відносно мала (приблизно 1,0 - 8,0), а діелектрична проникливість води  $\epsilon_{пр}$  води, зі свого боку, значно більше (приблизно 81,0), то навіть при незначних змінах вмісту води в матеріалі відбувається помітна зміна його проникливості  $\epsilon_{пр}$ , що дає змогу визначити вологість досліджуваного матеріалу з досить високою точністю.

У порівнянні з іншими методами діелькометричний має ряд переваг, таких як:

1. Простота і низька вартість вимірювальних схем та датчиків, що дозволяє застосовувати ці методи як у портативних, так і поточних установках;
2. Висока швидкість вимірювань і відсутність деструктивного впливу на досліджуваний матеріал;
3. Низька похибка в робочому діапазоні вимірювань, а також відсутність необхідності залучення кваліфікованого персоналу та лабораторій.

Проте, як і будь-який метод вимірювань, ємнісний метод має свої недоліки:

1. Відсутність можливості контролю залишкової вологості (менше 0,5 – 1%) з високою точністю;
2. Вплив на результат вимірювань великої кількості змінних факторів (щільність, температура, хімічний склад тощо);
3. Недостатня вивченість вимірювальних ланцюгів ємнісних вологомірів на постійному струмі.

Аналіз методів вимірювання вологості сільськогосподарських продуктів показує, що найбільш універсальним і відповідаючим вимогам чутливості, швидкодії та точності вимірювання є діелектричний (ємнісний) метод, який має просту конструкцію датчиків та вимірювальних схем, є практичним у монтажі та придатним для впровадження в будь-які системи автоматики, має широкий інтервал робочих температур, малі габаритні розміри та масу датчиків.

За результатами наведених міркувань у цій дисертаційній роботі для інформаційно-вимірювальної системи, що розробляється, прийнято використовувати діелькометричний (ємнісний) метод визначення вологості сільськогосподарських продуктів.

**Висновок.** Присутність води та домішок у сільськогосподарських продуктах надає значний вплив на їх фізичні, хімічні, механічні та технологічні властивості, які у свою чергу впливають на вартість, придатність до зберігання, переробки, споживання, транспортування та ін.

Аналіз відомих методів та приладів для вимірювання вологості сільськогосподарських продуктів показав, що найбільш поширеним, універсальним та відповідальним вимогам чутливості, швидкодії та точності вимірювання є діелектричний метод, для реалізації якого застосовуються прості вимірювальні схеми та датчики, придатні для впровадження у будь-які інформаційно-вимірювальні системи.

Запропоновано та обґрунтовано структуру ємнісного вимірювального перетворювача у вигляді контейнера, що виконує роль зовнішнього електрода з двома внутрішніми стрижневими електродами.

### Список використаних джерел

1. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ. 2019. 647с.
2. Курило В.Л., Пришляк В.М. Механіко-технологічні властивості стебел як передумова до розробки робочих органів сільськогосподарських машин і формування проектних компетентностей агроінженера. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. № 1 (104). 2019. С. 20-27.
3. Солоня О.В., Замрій М.А. Дослідження процесу сушарки насінників трав. *Вібрації в техніці та технологіях*. № 3 (106). 2022. С. 78-87.
4. Спірін А.В., Твердохліб І.В., Цуркан О.В. Визначення теплофізичних характеристик об'єктів вібраційного сушіння. *Вібрації в техніці та технологіях*. № 3 (102). 2021. С. 100–108.

**Володимир НОВИЙ<sup>2</sup>,**

Студент 3-го курсу,  
Інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький Національний Аграрний Університет  
Вінниця, Україна

## КОДУВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ АВТОМОБІЛІВ

**Анотація.** Ця стаття присвячена дослідженню та аналізу методів кодування та класифікації європейських автомобілів. В контексті стрімкого розвитку автомобільної промисловості та зростання різноманітності моделей автомобілів в Європі, удосконалення систем автоматичного розпізнавання та класифікації автомобільних зразків є надзвичайно актуальним завданням.

**Annotation.** This article is devoted to the study and analysis of methods for encoding and classifying European cars. In the context of the rapid development of the automotive industry and the growing variety of car models in Europe, improving automatic recognition and classification systems for automotive samples is an extremely relevant task.

**Вступ.** Зростаюча різноманітність та швидкий розвиток європейських автомобільних ринків створюють потребу в ефективних методах кодування та класифікації автомобільних моделей. Ця стаття зосереджується на важливості цих процесів для сучасної автомобільної промисловості та пропонує короткий

---

<sup>2</sup>Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Рябошапка В.Б. кафедри агроінженерії та технічного сервісу

огляд основних аспектів та викликів цієї теми.

**Виклад основного змісту.** Опишемо необхідність в розробці ефективних методів для організації та систематизації інформації про різні моделі автомобілів в Європі. Зростаюча різноманітність автомобільних виробників та їхніх пропозицій викликає потребу в структурованому підході до управління даними про автомобілі. Кодування допомагає представити ці дані у вигляді, зручному для аналізу та обробки. Класифікація, у свою чергу, дозволяє групувати автомобілі за спільними характеристиками, спрощуючи вибір та порівняння моделей для клієнтів та фахівців. Такий підхід стає дедалі важливішим в швидкозростаючій автомобільній індустрії Європи.

**Важливість розробки методів кодування та класифікації в сучасній автомобільній індустрії.** В сучасній автомобільній індустрії важливість розробки методів кодування та класифікації визначається ростом складності та різноманітності автомобільних моделей. Зростаючий асортимент автомобілів вимагає ефективних підходів для структуризації, організації та обробки інформації. Розроблені методи кодування дозволяють однозначно ідентифікувати різні моделі за допомогою спеціальних кодів, які відображають ключові характеристики. Класифікація автомобілів допомагає групувати їх за спільними ознаками, спрощуючи вибір, порівняння та аналіз. Завдяки цим методам автомобільні компанії можуть ефективніше керувати продуктовим портфелем, оптимізувати виробництво та задовольняти потреби різних груп споживачів.

**Розвиток європейських автомобільних ринків та зростання різноманітності моделей.** Розвиток сучасного європейського автомобільного ринку і зростання модельного ряду – важливе і незаперечне явище. Значне зростання населення, зміна споживчих потреб і смаків, технологічні інновації призвели до появи великої різноманітності моделей автомобілів у Європі. Це означає, що ринок стає дедалі більш конкурентним, а виробники прагнуть задовольнити різноманітні побажання споживачів і охопити різні сегменти ринку. Це розмаїття вимагає розробки ефективних методів кодування, класифікації та аналізу моделі автомобіля, щоб забезпечити оптимальне позиціонування в сучасному автомобільному ландшафті [1].

**Роль кодування в організації та структуруванні інформації про автомобільні моделі.** У сучасному світі, де різноманітність автомобільних моделей зростає експоненційно, роль кодування стає вирішальною для організації та структурування інформації про ці моделі. Кодування в даному контексті відіграє роль системи ідентифікації, що дозволяє призначити унікальні коди кожній автомобільній моделі. Ці коди можуть включати інформацію про марку, модель, рік виробництва, технічні характеристики та інші параметри. Результати цього кодування включають зручний спосіб ідентифікації, що спрощує пошук, аналіз та порівняння автомобільних моделей. Такий підхід дозволяє виробникам, дилерам та споживачам легше зорієнтуватися в обширному розмаїтті ринку. Крім того, кодування сприяє ефективній організації баз даних та підтримує точність при введенні та обробці інформації.

Узагальнюючи, роль кодування полягає в тому, щоб створити структуровану та зручну систему ідентифікації, яка сприяє легкому доступу та управлінню інформацією про автомобільні моделі в умовах зростаючої різноманітності та складності ринку [2].

Використання кодів для відображення ключових характеристик, таких як марка, модель, технічні параметри тощо. Кодування автомобільних моделей передбачає використання унікальних кодів або комбінацій символів, які відображають ключові характеристики. Такі коди можуть включати інформацію про марку, модель, рік виробництва, тип кузова, двигун, трансмісію, паливо, пасажирську місткість та інші технічні параметри (рис. 1). Наприклад, код може складатися з букв, цифр або символів, які відображають важливі особливості моделі. Цей код є своєрідною "ідентифікаційною печаткою", яка допомагає швидко ідентифікувати та зрозуміти автомобільну модель. Використання кодів має численні переваги. Вони дозволяють швидко ідентифікувати автомобіль, враховуючи ключові характеристики, без необхідності докладного дослідження документації. Це особливо корисно для дилерів, які можуть швидше надати клієнтам інформацію. Крім того, ці коди допомагають знизити ризик помилок при вводі та обробці даних, а також спрощують процес вибору автомобіля для споживачів. Однією з основних переваг використання кодів є стандартизований підхід до відображення та передачі інформації. Це полегшує спілкування між виробниками, дилерами та споживачами, що забезпечує більшу чіткість та зрозумілість. Також коди можуть включати в себе секретну інформацію, яка спрощує ідентифікацію конкретних опцій та особливостей моделі для внутрішнього використання виробниками [2].

## Розшифровка VIN-коду автомобіля



Рис.1 розшифровка VIN-коду автомобіля

Історія створення VIN-коду. До 1970-х років кожен виробник мав власну систему ідентифікації транспортних засобів, що іноді призводило до того, що різні автомобілі мали однакові номери, що ускладнювало пошук викрадених авто. Проте, в середині 1970-х років Міжнародна організація по стандартизації

(ISO) розробила низку міжнародних норм (міжнародний стандарт ISO 3779-1983), які спрямовані на упорядкування та уніфікацію системи створення ідентифікаційних номерів транспортних засобів – VIN (Vehicle Identification Number – номер ідентифікації транспортного засобу). Цей стандарт сприяв створенню простого та надійного способу класифікації автомобілів та їхнього захисту від крадіжок.

Відповідно до стандарту ISO 3779, VIN-код (ідентифікаційний номер транспортного засобу) представляє собою послідовність символів, що використовується виробником для ідентифікації конкретного автомобіля. Цей стандарт встановлює принцип унікальності та структуру VIN-коду, а також визначає його як головний інструмент ідентифікації автомобілів, оскільки VIN-код індивідуалізує кожний автомобіль в якості остаточного виробничого продукту. Цей код наноситься на стійкі до видалення та, зазвичай, незнімні частини автомобіля (кузов або рама/шасі) [3].

*Класифікація автомобільних моделей.* Процес класифікації має декілька основних аспектів:

Типи кузовів та призначення: Автомобілі можуть бути поділені на категорії, такі як седани, хетчбеки, кросовери, вантажівки тощо. Це враховує функціональність та призначення автомобілів.

Технічні характеристики: Автомобілі можуть бути класифіковані за типом двигуна (бензин, дизель, гібрид, електричний), типом трансмісії (механічна, автоматична), об'ємом двигуна, споживанням палива тощо.

Розміри та категорії: Мікрокласифікація визначає розмірні категорії, які можуть включати міні, компактні, середнього розміру, великі автомобілі тощо.

Лінійки та рівні обладнання: Багато виробників створюють різні лінійки та рівні обладнання для однієї моделі. Це може включати базові, середні та преміум варіанти з різними функціями та додатковими опціями.

Екологічні параметри: Зростання обізнаності щодо впливу автомобілів на навколишнє середовище призвело до визначення екологічних класів та встановлення стандартів щодо викидів [4].

*Потреба в розвитку ефективних алгоритмів для автоматичного кодування та класифікації.* Ручне кодування та класифікація даних є часозатратними та помилковими процесами, особливо в умовах великої кількості автомобільних моделей та їх характеристик. Тут входять параметри, такі як марка, модель, рік виробництва, технічні характеристики, типи кузовів та багато інших. Автоматичні алгоритми забезпечують швидше та більш точне вирішення цих завдань.

Розробка ефективних алгоритмів включає в себе використання різних технологій, таких як машинне навчання, глибоке навчання та штучний інтелект. Ці алгоритми навчаються на основі великих обсягів даних, враховуючи залежності та шаблони між характеристиками автомобільних моделей. Вони можуть автоматично визначати та вирішувати класифікаційні задачі, наприклад, визначення типу кузова або категорії автомобіля за його характеристиками.

Ефективні алгоритми дозволяють автоматизувати процес кодування та

класифікації, зменшуючи помилки та покращуючи швидкість обробки даних. Вони можуть використовуватися для автоматичного присвоєння унікальних кодів автомобільним моделям, відображення ключових характеристик та підтримки точності введення даних.

Однак розробка ефективних алгоритмів також стикається з викликами, такими як збір та якість даних, навчання моделей на репрезентативних вибірках та забезпечення захисту конфіденційної інформації [2].

*Переваги у виборі та придбанні автомобілів, оптимізація рекламних та маркетингових стратегій.*

Переваги у виборі та придбанні автомобілів:

Розмаїтість вибору: Сучасні автомобільні ринки пропонують розмаїтість моделей, типів кузовів, технічних характеристик та додаткових опцій, що надає споживачам можливість знайти автомобіль, що відповідає їхнім потребам та бажанням.

Технологічний прогрес: Сучасні автомобілі оснащені передовими технологіями, такими як системи безпеки, розваги та комфорту, які підвищують зручність та безпеку водіння.

Екологічні аспекти: Багато автомобільних виробників зосереджуються на розвитку екологічно чистих та ефективних моделей, що сприяє зменшенню викидів та використанню альтернативних джерел палива.

Оптимізація рекламних та маркетингових стратегій:

Цільова аудиторія: Оптимізація рекламних стратегій дозволяє точно визначити цільову аудиторію та звернутися до неї зі спеціалізованими пропозиціями та повідомленнями.

Персоналізація: Маркетингові стратегії можуть бути персоналізовані, враховуючи індивідуальні потреби та побажання споживачів. Цифрові технології: Використання цифрових медіа та інтернет-платформ дозволяє ефективно донести інформацію до споживачів, використовуючи різні канали комунікації.

Аналіз даних: Виробники можуть зібрати та аналізувати дані про споживачів для зрозуміння їхніх потреб, вподобань та поведінки, що допомагає вдосконалювати стратегії маркетингу.

Оптимізовані рекламні та маркетингові стратегії грають важливу роль у створенні свідомого вибору споживачів, сприяючи успішному розвитку автомобільної індустрії та задоволенню їхніх потреб [5].

*Застосування штучного інтелекту та машинного навчання для покращення точності та швидкості процесів.* Застосування штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН) виявляється незамінним для покращення точності та швидкості процесів кодування, класифікації та аналізу даних.

ШІ та МН – це галузі інформатики, які зосереджуються на розвитку алгоритмів та моделей, які навчаються на основі даних та здатні виконувати завдання, які зазвичай вимагають людського інтелекту. Застосування цих технологій в автомобільній індустрії включає:

Автоматичне кодування: ШІ та МН можуть бути використані для



автоматичного присвоєння унікальних кодів автомобільним моделям на основі їх характеристик. Алгоритми можуть вивчати залежності між різними параметрами та створювати системи класифікації для ефективного кодування.

Класифікація та сортування: МН може навчати алгоритми класифікації, які автоматично розподіляють автомобільні моделі за категоріями, враховуючи їхні характеристики. Це сприяє швидкому та точному розподілу даних для подальшого аналізу та обробки.

Прогнозування та аналіз: ШІ дозволяє створювати прогнозуючі моделі для аналізу тенденцій ринку, попиту на певні типи автомобілів, викидів та інших факторів. Це допомагає виробникам та дилерам приймати обґрунтовані рішення.

Оптимізація виробництва: Застосування ШІ та МН у виробничих процесах дозволяє оптимізувати розподіл ресурсів, робочих годин та обладнання, що покращує ефективність виробництва.

Персоналізований маркетинг: За допомогою аналізу даних та патернів, ШІ та МН можуть допомагати створювати персоналізовані маркетингові стратегії, враховуючи інтереси та потреби різних споживачів.

Застосування ШІ та МН сприяє вдосконаленню автомобільної індустрії, забезпечуючи швидку та точну обробку даних, здатність виявляти складні зв'язки та тенденції, а також робить можливим прийняття обґрунтованих рішень в умовах зростаючої складності та конкуренції [2].

*Про класифікацію багатоцільових моторних транспортних засобів у Законі України.* Моторні транспортні засоби (далі – МТЗ) за призначенням поділяються на такі основні групи: пасажирські, вантажні, спеціальні. Проте, деякі види МТЗ, які зазвичай мають повну масу не більш як 5 тон, можуть бути багатоцільовими транспортними засобами (multipurpose vehicles англійською, або vehicules polyvalents – французькою), які класифікуються у товарній позиції 8703 або 8704 в залежності від конструктивних особливостей транспортного засобу.

У відповідності до Правил, багатоцільовими транспортними засобами вважаються транспортні засоби, які можуть в одному відділенні кузова без внесення конструктивних змін перевозити як пасажирів так і багаж або вантаж.

"Конструктивними змінами", згідно з Правилами, вважаються такі зміни конструкції салону автомобіля, які здійснені шляхом виконання спеціальних операцій, наприклад, розрізання, зварювання, свердлення, та які не передбачені конструкцією автомобіля розробленою заводом-виробником.

Кузов, випущений заводом виробником для конкретної моделі моторного транспортного засобу (кузови типу легкових автомобілів, кузова типу фургон), конструктивно виробляється в одному варіанті та обов'язково має місця для кріплення сидінь (наприклад отвори, направляючі або спеціальні пристосування для встановлення сидінь). Такі місця, отвори і пристосування які можуть бути використані для кріплення або встановлення сидінь, вважаються "доступними" [6].

*Підкреслення важливості розвитку методів кодування та класифікації для подальшого розвитку автомобільної індустрії.* Методи кодування та

класифікації відіграють ключову роль у збереженні, організації та аналізі великого обсягу інформації, пов'язаної з автомобільними моделями, їхніми характеристиками та технічними даними. Ці методи допомагають виробникам, дилерам та іншим учасникам індустрії легше орієнтуватися у різноманітності моделей, відділити одну модель від іншої, а також раціонально використовувати дані для прийняття рішень.

Однією з ключових вигод розвитку методів кодування є можливість створення системи унікальних кодів для кожної автомобільної моделі, яка відображає ключові характеристики та параметри. Це допомагає уніфікувати процес ідентифікації, забезпечує зручний доступ до важливої інформації та сприяє точності обробки даних.

Класифікація ж дозволяє групувати автомобільні моделі за спільними характеристиками, що полегшує аналіз та порівняння між різними моделями. Вона також допомагає споживачам швидше знаходити автомобіль, що відповідає їхнім потребам, а дилерам – більш ефективно відповідати на попит.

У зв'язку зі стрімким ростом різноманітності автомобільних моделей та постійно зростаючим обсягом даних, розробка ефективних методів кодування та класифікації стає критично важливою для подальшого розвитку автомобільної індустрії. Ці методи сприяють покращенню управління даними, підвищенню ефективності виробництва, забезпеченню персоналізованих підходів до клієнтів та збільшенню конкурентоспроможності.

**Висновок.** Розвиток сучасної автомобільної індустрії вимагає найкращого використання інформаційних ресурсів, зберігання та аналізу даних про різноманітні автомобільні моделі. Важливість розвитку методів кодування та класифікації для автомобільної галузі набуває великого значення у контексті швидкої зміни ринкових умов, попиту та технологічних тенденцій. Ефективні методи допомагають впоратися зі зростаючим обсягом даних, забезпечують точність та швидкість обробки, підвищують якість прийняття рішень та сприяють покращенню конкурентоспроможності. Застосування штучного інтелекту, машинного навчання та інноваційних підходів до кодування та класифікації стає ключовим для успішного майбутнього автомобільної індустрії.

### Список використаних джерел

1. Автомобільна промисловість за країною URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільна\\_промисловість\\_за\\_країною#Європа](https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобільна_промисловість_за_країною#Європа) (дата звернення: 29.06.2023)
2. Розшифровка VIN-коду автомобіля, Де знаходиться VIN, Визначення дати виробництва авто URL: <https://cargoline.com.ua/ua/vin/> (дата звернення: 12.01.2022)
3. Ідентифікація транспортних URL: <http://parusconsultant.com/?doc=06A5C5C43B> (дата звернення: 08..2.2010)
4. Європейська класифікація легкових автомобілів URL: <http://surl.li/korky> (дата звернення: 16.05.2022)

5. На що слід звертати увагу під час вибору авто URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/03/21/698250/> (дата звернення: 21.03.2023)

6. Про класифікацію багатоцільових моторних транспортних засобів URL: [https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v\\_874342-10#Text](https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v_874342-10#Text) (дата звернення: 30.01.2010)

**Олександр КОЖУШКО<sup>3</sup>,**  
студент 5 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

***Анотація.** В роботі проведено аналіз сучасного стану енергозбереження в сільськогосподарському виробництві. Обґрунтовано доцільність векторного управління частотно-регульованим електроприводом на насосних станціях водопостачання у фермерських господарствах.*

***Annotation.** The paper analyzes the current state of energy saving in agricultural production. The expediency of vector control of a frequency-regulated electric drive at water supply pumping stations in farms is substantiated.*

**Вступ.** Аналіз сільськогосподарського виробництва фермерських і особистих присадибних господарств, а також соціально-побутових умов, спрямованих на підвищення рівня життя населення, показує, що потреба в енергоресурсах в найближчі роки буде зростати.

З 2014 року зростання енерго- та електроспоживання в присадибних господарствах, побуті і сфері послуг значно випереджає зростання потреб в енергоресурсах в сільськогосподарському виробництві. Таким чином, розробку і впровадження енергоефективних технологій для виробничих об'єктів АПК слід проводити випереджаючими темпами, не знижуючи добробуту сільського населення.

**Результати досліджень.** В даний час виробництво практично всіх видів сільськогосподарської продукції носить енерговитратний характер, а її енергоємність в Україні в 2-3 разів вище, ніж в розвинених країнах[1]. Ефективність використання електричної енергії в 5 разів нижче, ніж в Японії, в 4 рази нижче, ніж в США, в 2 рази нижче, ніж в Німеччині. Причин (об'єктивних і суб'єктивних) тут багато, одна з них – довгі роки діяли низькі тарифи на енергоносії. Державна політика занижених цін на енергоресурси обумовила

---

<sup>3</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Граняк В.Ф. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

низьку ефективність енерговикористання. При цьому частка енергоресурсів в собівартості промислової продукції становила кілька відсотків, а в комунальну сферу і для потреб сільського господарства паливно-енергетичні ресурси надходили нижче їх собівартості.

При загальному зниженні енергоспоживання в сільському господарстві через скорочення виробництва і зниження платоспроможності сільськогосподарських підприємств енергоємність продукції не знизилася, а ще більше зросла. В даний час при випереджаючому зростанні тарифів і цін на енергоресурси в порівнянні зі ростом цін на сільгосппродукцію, частка енерговитрат в її собівартості зросла з 4-8% до 25-50%.

Порівняння ефективності використання електричної енергії, по середньому показнику питомих енерговитрат в різних областях АПК [2] показує, що витрати на утримання тварин і виробництво сільськогосподарської продукції в Україні значно перевищують аналогічні показники країн Західної Європи. Технологічні умови роботи сільських електричних установок мають ряд специфічних особливостей. Наприклад, на тваринницьких фермах технологія виробництва така, що багато механізмів працюють лише по кілька годин на добу і мають низький коефіцієнт використання. Це: кормороздавачі, доїльні установки, кормоавантажувачі, транспортери для складання яєць на птахофермах, гноєприбиральні транспортери та інші механізми. Установки транспортерного типу мають значну протяжність, яка сягнула кількох десятків і навіть сотень метрів. Вони недостатньо надійні, так як елементи, що труться схильні до зносу, поломок, заклинювання і створюють аварійні режими. Похила частина гноєприбирального транспортера в зимовий час часто примерзає. Для таких і аналогічних установок треба ретельно вибирати систему приводу і налаштовувати захист електрообладнання. На деяких машинах амплітуда вібрацій електродвигунів перевищує допустимі норми. Затуплення робочих органів (ножів) призводить до збільшення потрібної потужності електродвигунів і часто неможливо буває працювати через спрацювання автоматичних вимикачів або перегорання плавких запобіжників.

Хімічно активні речовини і висока вологість в тваринницьких приміщеннях і теплицях значно знижують надійність електрообладнання. Запиленість на млинах і зернотоках, робота електрообладнання на відкритому повітрі, внаслідок чого воно піддається впливу атмосферних явищ, призводить до руйнування ізоляції, зниження її опору, в результаті чого створюються витоки струму на корпус. Особливо це видно, коли електрообладнання працює малий проміжок часу, обмотки й ізоляції не встигають висохнути і йде їх поступове руйнування. Також відбувається корозія металевих частин електрообладнання, підвищується опір контактів. В результаті цього збільшуються втрати енергії і зменшується термін служби електричної апаратури. Втрати енергії електричних споживачів і в мережах дуже великі та досягають 30%, а загальний коефіцієнт корисного використання паливно-енергетичних ресурсів, що застосовуються в сільській енергетиці, не перевищує 35%, що значно нижче, ніж в промислових галузях [4]. Основним видом використання електроенергії в сільському господарстві є

застосування її для електроприводу машин і механізмів. Тому саме тут слід шукати резерви енергозбереження.

Аналіз енерговитрат дозволяє виявити основні напрямки, технологічних процесів, елементи систем енергопостачання і енергозабезпечення, де енергозберігаючі заходи можуть дати найбільший ефект в АПК [3]. До них можна віднести:

- економія електроенергії в системах електропостачання та при її використанні (зниження втрат в мережах, регульований електропривод, впровадження економних електротехнологій і освітлювального обладнання, якісна експлуатація, облік);

- енергоекономні теплові процеси і теплоенергетичне обладнання;

- використання деревних і рослинних відходів, місцевих видів палива замість традиційних енергоресурсів, газогенератори;

- нові технології та енергоощадна техніка та обладнання в тваринництві й рослинництві (регульований мікроклімат з утилізацією теплової енергії, комбіновані технології);

- використання поновлюваних джерел енергії, вторинних енергоресурсів і альтернативних видів палива;

- ефективні експлуатаційно-ремонтні служби на підприємствах.

Як випливає з наведеного аналізу, потенціал енергозбереження в АПК досить високий, однак для успішного розвитку сільськогосподарського виробництва необхідно не тільки зниження енергоємності цього виробництва, а отже і загальних витрат на нього за рахунок реалізації ефективних заходів з енергозбереження, а й забезпечення надійного і стійкого енергопостачання сільських районів, а також поліпшення соціально-побутових умов життя населення.

Для сталого соціально-економічного розвитку сільських територій і ефективного функціонування агропромислового виробництва країни необхідне вдосконалення інженерної інфраструктури на селі, що в кінцевому підсумку визначить підвищення рівня якості життя сільських жителів.

Для зниження продовольчої залежності необхідно нарощувати обсяги виробництва власної продукції сільського господарства, що природно викличе зростання енерговитрат. У той же час неухильне зростання енерготарифів і обмеженість фінансових й матеріальних ресурсів змушують сільськогосподарських виробників знижувати обсяги виробленої продукції. Ці протиріччя можна вирішити шляхом розробки та впровадження енергоефективних технологій та проведення заходів з енергозбереження в АПК. При сучасному становищі сільського господарства енергозберігаючі заходи слід впроваджувати для виробництв, де можливе отримання ефекту при порівняно невисоких фінансових витратах і швидкої окупності вкладених коштів. Одним з цих заходів може бути впровадження частотно-регульованого асинхронного електроприводу з векторним керуванням. Проблема енергозбереження в умовах переходу до ринкових відносин особливо різко загострюється в зв'язку з

величезною різницею цін на продукцію АПК і сільськогосподарську техніку, а також у зв'язку з високою вартістю енергоресурсів.

Аналіз літературних джерел[2,3,4] говорить про те, що в сільськогосподарському виробництві частка електропривода становить близько 60%, і він є найпоширенішим типом електроустановок в сільському господарстві. Як правило 60% електричної енергії, яка використовується в сільському господарстві припадає на електроприводи у виробництві та побуті населення, з яких 55% використовується для живлення асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором. При виробництві сільськогосподарської продукції споживається 34% від усієї використовуваної в галузі електроенергії, з якої 33% витрачається для живлення установок, що створюють мікроклімат приміщень (системи вентиляції, тепло- та водопостачання), де як відомо, більше 90% електроенергії використовується в асинхронних електродвигунах з короткозамкненим ротором (насоси, вентилятори, компресори).

За даними європейських експертів вартість електроенергії, яка споживається щорічно електродвигунами середньої потужності в промисловості та сільському господарстві в 5 разів перевершує ціну двигуна. Експерти вважають, що регульований електропривод економічно ефективний в 50-75% всіх технологічних установках, хоча використовується в даний час тільки на 7-10% [6]. Аналіз електроспоживання показав, що на його величину і динаміку значний вплив мають такі основні показники технологічного процесу: режими роботи устаткування, стан електроустановок і мереж, система управління і обліку втрат, стимулюючі чинники підвищення енергоефективності. Так як в структурі електроспоживання АПК до 60% електричної енергії витрачається в нерегульованому асинхронному електроприводі, а режими роботи електродвигунів не пов'язані з фактичним навантаженням, то саме ця область особливо перспективна в частині зниження енерговитрат.

Найпоширенішими типами механізмів у сільськогосподарському виробництві є вентилятори, насоси, компресори, так звані механізми вентиляторного типу, електропривод яких виконаний на базі асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором. Він компактний, має малу масу на одиницю потужності та простий в експлуатації. Однак асинхронним електродвигунам притаманний суттєвий недолік: складність регулювання швидкості обертання під час роботи від мережі з постійними значеннями напруги і частоти струму. При необхідності управління технологічними процесами за допомогою технічних пристроїв (дроселювання, регулювання потоку повітря і рідини поворотними лопатями на вході або виході потоку, паралельне і послідовне включення машин в мережу трубопроводів та ін.), неодмінно виникають втрати енергії.

Вирішити проблему регулювання швидкості обертання асинхронного електродвигуна, як показують багаторічні дослідження вітчизняних і зарубіжних фахівців, можна шляхом використання пристроїв частотного регулювання, і доведеного в останні роки застосування найбільш енергоефективного векторного управління при частотному регулюванні цими двигунами. Як відомо, швидкість

обертання асинхронного електродвигуна з короткозамкнутим ротором пропорційна частоті напруги живлення, тому зміна частоти дозволяє регулювати швидкість обертання ротора. Сучасні перетворювачі частоти дозволяють управляти швидкістю і моментом двигуна по заданих параметрах в точній відповідності з характером навантаження. Це, в свою чергу, дає можливість здійснювати точне регулювання практично будь-якого процесу в найбільш економному режимі, без важких перехідних процесах в технологічних системах і електричних мережах.

В якості перетворювачів в системах частотного регулювання використовуються:

- безпосередні перетворювачі частоти, що перетворюють змінну трифазну напругу мережі в трифазну напругу, значення і частота якої можуть регулюватися незалежно один від одного; проте складність схем силових ланцюгів, обмежений діапазон зміни вихідної частоти, підвищена чутливість до якості напруги мережі, значне спотворення форми вихідної напруги, низьке значення  $\cos \varphi$  обмежують застосування перетворювачів цього типу;

- двоступеневі перетворювачі частоти, виконані на основі випрямляча трифазної змінної напруги мережі й автономного інвертора, що перетворює випрямлену напругу в змінну трифазну з регульованою частотою і амплітудою: незважаючи на дворазове перетворення енергії і обумовлене цим деяке зниження ККД, такі перетворювачі отримали широке поширення в різних електричних установках.

У системах частотно-регульованого ЕП змінного струму в якості автономних інверторів знаходять застосування інвертори струму (АІС) і напруги (АІН). Автономний інвертор струму, що формує в навантаженні криві вихідного струму, необхідно використовувати разом з керованим тиристорним випрямлячем, який регулює значення вихідного струму інвертора, визначаючи тим самим його амплітуду. Більш широке поширення отримали перетворювачі другого типу на основі АІН, що містять на вході ланцюга постійного струму паралельно включені індуктивність і ємність. Тому в результаті підключень, напівпровідниковими ключами цієї ємності до вихідних затискачів АІН, здійснюється формування кривих напруги навантаження методом широтно-імпульсної модуляції (ШІМ).

Структуру сучасного частотно-регульованого асинхронного ЕП виконують на основі перетворювача частоти з проміжною ланкою постійного струму, що складається з випрямляча з індуктивно-ємнісним або одним ємнісним фільтром постійної напруги і автономного інвертора напруги АІН, побудованого на силових транзисторах типу IGBT. АІН формує основну гармоніку вихідної напруги методом широтно-імпульсної модуляції. Пристрій управління перетворювачем частоти виконується на базі мікропроцесорної техніки і дозволяє фіксувати і аналізувати параметри, що характеризують роботу технологічної системи. Крім того, в такій системі передбачається самодіагностика роботи електрообладнання, контролюються струм і напруга на вході, виході з перетворювача і в ланцюзі постійного струму, вимірюється енергія, споживана електродвигуном.

Вимоги до ЕП визначаються діапазоном необхідних швидкостей і типом навантаження. Залежність між швидкістю обертання і моментом опору визначається характером навантаження. Для АПК, як вказувалося вище, найбільш поширеним ЕП є відцентрові насоси і вентилятори, механічні характеристики яких описуються рівнянням параболи, тобто момент прямо пропорційний квадрату швидкості, а спожита потужність пропорційна кубу швидкості обертання. З цього випливає, що навіть невелике зниження швидкості ЕП може дати значний вигравш в потужності. Ось чому економія електроенергії є головною перевагою використання керованого електроприводу для насосів і вентиляторів. Теоретично зниження швидкості на 10% дає економію потужності 33%, а практично – до 30%. Залежно від характеру навантаження перетворювач частоти забезпечує різні режими управління АД, реалізуючи ту чи іншу залежність між швидкістю обертання електродвигуна і напругою на статорі. Втрати енергії в технологічному процесі, наприклад, водопостачанні залежать від витрати водопровідної мережі, що визначається споживачем води, і витрат в обладнанні. Для організації технологічного процесу з мінімальними енергетичними втратами необхідно, в першу чергу, знизити технологічні втрати. Також в процесі функціонування системи необхідно враховувати зміну технологічного навантаження. Всі ці обставини призводять до того, що втрати енергії в ході технологічного процесу стають досить великими, що досягають 40% від номінальної потужності агрегату, а в деяких випадках і більше [4].

Наведемо, як приклад, потенційні можливості енерго- і ре-сурсозбереження в роботі насоса. Обраний, виходячи з максимальної продуктивності, насос значну частину часу працює з меншою продуктивністю, оскільки він працює в різні періоди доби. За деякими даними середньодобове завантаження насосів холодного водопостачання складає всього 50-55% від максимальної. Існуючі системи водопостачання з нерегульованим ЕП не забезпечують зниження споживаної потужності при зменшенні витрат, і в той же час при зниженні витрат збільшується тиск (напір) в системі, що призводить до витоків води і несприятливо позначається на роботі технологічного обладнання і мереж водопостачання.

У підсумку, найкращі технологічні та техніко-економічні показники при регулюванні швидкості механізмів наведеного вище типу (насоси, вентилятори і т.п.) забезпечує система, заснована на векторному керуванні частотно-регульованого ЕП.

Результати застосування частотних перетворювачів для живлення електродвигунів насосів і вентиляторів доводять доцільність не просто включення перетворювача для живлення ЕП агрегату, а створення спеціальних систем управління технологічним процесом. Саме такий підхід дозволяє отримати економічний ефект не тільки від зниження споживаної з мережі електричної потужності, а й домогтися істотного зменшення експлуатаційних витрат, поліпшення умов праці та збільшення терміну служби обладнання. Також відповідна обробка отриманих параметрів дає можливість проводити глибоке діагностування як обладнання системи, так і процесів, що протікають. З'являється можливість не тільки реагувати на виниклу аварію, але і попереджати її, що для



енергетичних об'єктів дуже важливо [ 6].

Для знаходження енергоефективного застосування частотно-регульованого електроприводу в АПК необхідно виявити і обґрунтувати області, де можливо вирішити питання енергозбереження зазначеним способом при порівняно незначних капіталовкладеннях. Це системи водопостачання та вентиляції в тваринництві, рослинництві та на переробних підприємствах, а також системи водопостачання сільських населених пунктів. При цьому слід врахувати такі особливості роботи електроприводів в АПК: діапазон потужності асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором коливається від 0,6 до 30 кВт; двигуни працюють в складних умовах експлуатації, що обумовлено специфікою сільськогосподарського виробництва з різко вираженим добовим і сезонним навантаженням; електроприводи більшості механізмів працюють з недовантаженням (як показує аналіз, потужність електродвигунів вибирається по максимальному навантаженню, без урахування добової і сезонної нерівномірності, що в 1,5-2,5 рази більше номінальної).

Витрати ручної праці на видобуток води з різних джерел в сільськогосподарському водопостачанні можна значно зменшити, поліпшити якість і надійність подачі води споживачеві, що дасть можливість підвищити продуктивність тварин на фермах і пасовищах, наблизити рівень життя сільського населення до рівня життя міських жителів. Існують розроблені та затверджені норми водоспоживання для підприємств і населення з урахуванням поверховості забудови (одно- або двоповерхова) і поливу біля житлового будинку. Вільний напір у водорозбірних колонок не повинен бути менше 10 метрів, а гідростатичний напір у зовнішній мережі господарсько-питного водопроводу у споживачів не повинен перевищувати 25 метрів, що визначається поверховістю забудови. Потреби у воді житловими комунальними та виробничими об'єктами нерівномірні протягом доби, а також протягом року, що значно відрізняється від виробничої та комунально-побутової сфери міст.

Попередня оцінка можливостей векторного управління частотно-регульованим електроприводом в зазначених системах показує, що при організації технологічного процесу з використанням даного управління можна домогтися зниження електроспоживання за даними деяких джерел до 50% і витрати води до 25-30% [4,5]. Найбільший енергозберігаючий ефект можна отримати на основі оптимальних систем векторного керування асинхронними приводами в системах вентиляції, гарячого і холодного водопостачання. Вибір насосних агрегатів систем водопостачання як об'єктів енергозбереження обумовлений їх масовістю, безперервною цілорічною роботою з яскраво вираженим нерівномірним навантаженням. Крім того, комплексне рішення енергозбереження в цих системах дозволяє істотно економити енергоресурси, а завдяки плавному пуску електроприводів знижуються динамічні навантаження на елементи системи і отже знос обладнання, виключаються гідравлічні удари.

**Висновки.** Аналіз можливостей векторного управління частотно-регульованим електроприводом на насосних станціях водопостачання у

фермерських господарствах показує, що при організації технологічного процесу з використанням даного управління можна знизити невиробничі витрати води, істотно зменшити споживання електроенергії електроприводами насосів та збільшити термін служби приводних механізмів.

### Список використаних джерел

1. Іллінський Н. Ф., Москаленко В. В. Електропривод енерго- та ресурсозбереження: навчальний посібник. Київ: Видавничий центр «Академія», 2008. 208 с.
2. Лезнов Б. С. Енергозбереження та регульований привід у насосних та повітродувних установках. Київ: Либідь, 2006. 360 с.
3. Браславський І. Я., Ішматов З. Ш., Поляков В. Н. Енергозберігаючий асинхронний електропривод: навчальний посібник. Київ: Видавничий центр «Академія», 2004. 256 с.
4. Краснянський М. Книга енергозбереження: навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. 136 с.
5. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання: навчальний посібник / Голодний І.М. та ін. ; за ред. І.М. Голодного. Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. 513 с.:

**Іван НАГОРНЯК<sup>4</sup>,**

Студент 3 курсу,  
Інженерно-технологічного факультету,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **НЕОБХІДНІСТЬ ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ З УРАХУВАННЯМ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ**

*Анотація.* Використання біопалив стає все більш актуальним у сучасному світі. У цій статті описано важливість використання біопалив та необхідність лабораторних і виробничих випробувань двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) на цих паливах. Біопалива, вироблені з відновлюваних джерел, сприяють зменшенню викидів шкідливих речовин у атмосферу та сприяють боротьбі з зміною клімату. Однак перед широкомасштабним впровадженням біопалив необхідно вивчити їхній вплив на ДВЗ через серію випробувань. Лабораторні та виробничі дослідження дозволяють визначити ефективність і надійність ДВЗ, що працюють на біопаливах, а також враховувати можливі модифікації для оптимізації роботи на цих альтернативних паливах

---

<sup>4</sup>Науковий керівник: д.т.н., професор Анісімов В.Ф., кафедра агроінженерії та технічного сервісу.

**Annotation.** The use of biofuels is becoming more and more relevant in the modern world. This article describes the importance of using biofuels and the need for laboratory and production tests of internal combustion engines (ICE) on these fuels. Biofuels produced from renewable sources contribute to the reduction of emissions of harmful substances into the atmosphere and contribute to the fight against climate change. However, before the large-scale introduction of biofuels, it is necessary to study their effect on diesel fuel through a series of tests. Laboratory and production studies allow to determine the efficiency and reliability of diesel engines operating on biofuels, as well as to consider possible modifications to optimize operation on these alternative fuels

**Вступ.** Альтернативні види палива - це запорука збереження сприятливого екологічного стану на нашій планеті. В останні десятиліття людство почало все частіше перейматися проблемами енергетичної залежності. Запаси природних енергетичних ресурсів вичерпні, ціни на енергоносії зростають високими темпами, тому людство шукає шляхи вирішення цієї проблеми. В Україні зараз гостро стоїть питання поліпшення енергоефективності та розвитку відновлюваної енергетики. Головне завдання – знизити залежність не лише від газу, але й від нафтопродуктів. З огляду на те, що Україна має значний потенціал в аграрному секторі, виробництво біопалива в країні має хороші перспективи. Біопаливо можна отримати з олійних сільськогосподарських культур (біодизельне паливо). Його можна використовувати як додаток до традиційного дизельного палива та як чисте біопаливо. Для двигунів внутрішнього згоряння використовуються такі види біопалива: етанол, метанол, біодизель. Так як у дизельних двигунах використовують біодизель, мова буде йти саме про нього [1].

**Виклад основного матеріалу.** Перевагами даного пального є [2]:

- екологічність — найважливіший фактор, який запобігає засміченню навколишнього середовища вихлопними газами і продуктами внутрішнього згоряння. Біодизельне паливо не є абсолютно екологічно чистим, але порівняно з нафтовим, воно все ж чистіше. У продуктах згоряння біопалива на 8-10% менше окису вуглецю, майже на 50% менше сажі й значно менше сірки (0,005% проти 0,2% у звичайного дизельного палива). І тільки через високий вміст кисню у біопаливі продукти його згоряння містять приблизно на 10% більше окису азоту порівняно з нафтовим дизельним паливом;
- ціна - вартість біопалива на порядок нижче бензину;
- менш негативний вплив на двигун (міжремонтний період збільшується приблизно на 50%, триваліша робота форсунок);
- покращується запуск двигуна;
- найбільш пожежобезпечний вид пального;
- відсутній неприємний запах.
- паливна система не засмічується, на двигуні не утворюється нагар, сажа.
- зниження залежності від видобутку корисних копалин.

- у разі попадання у ґрунт або воду біодизельне паливо впродовж 25-30 днів практично повністю розкладається і не завдає екологічної шкоди. В той час 1 літр мінеральних нафтопродуктів може забруднити майже мільйон літрів води, знищуючи все живе.

- біодизель - менш горючий - температура займання дорівнює 150°C, тоді як температура займання дизеля дорівнює 77°C, що робить його менш пожежонебезпечним

Недоліки хоч і невеликі, але все ж є [2]:

- якщо ви захочете перейти на біопаливо – доведеться почистити паливну систему;

- двигун взимку буде грітися довше звичайного;

- при пробігу 1000-1500 км., з моменту переходу на біодизель, рекомендується заміна паливних фільтрів;

- використання більшої кількості палива, але це залежить і від марки автомобіля.

- біопаливо агресивніше щодо гумових та полімерних деталей двигуна, ніж звичайне нафтове. В разі потрапляння на лакофарбове покриття кузова біопаливо треба якнайшвидше витерти, бо воно досить швидко роз'їдає його верхній шар.

- зберігати біодизель понад три місяці не рекомендується, оскільки він швидко розкладається

*Виробництво біодизеля.* Основною сировиною для виробництва дизельного біопалива є рослинна олія, а саме: соняшникова, ріпакова, соєва, льняна, ріжівська та інші. Будь-яка з цих олій згодиться для виробництва біодизеля, лише потрібно правильно підібрати концентрації хімічних компонентів, які для цього використовуються. Фермерам достатньо виділити певну частину урожаю на виробництво олії, щоб в подальшому перетворити її на пальне.

Експерти запевняють, що термін окупності виробництва біодизелю становить в середньому 1,9 роки. Однак, економічна вигода в цьому питанні не головна перевага, зниження використання звичайного дизпалива дозволить здобути певну незалежність та стабільність у виробництві [2].

*Чому варто проводити випробування ДВЗ саме на біопаливі.* Підготовка до реальної експлуатації: Обкатка ДВЗ на біопаливі допомагає двигуну пристосуватися до нового типу палива, оскільки біопаливо відрізняється за характеристиками від традиційних видів палива, таких як бензин або дизельне пальне. Це дозволяє покращити ефективність та довговічність ДВЗ при роботі на біопаливі [3].

Перевірка сумісності: Обкатка на біопаливі дозволяє перевірити, чи сумісний ДВЗ із вибраним видом біопалива. Різні біопалива можуть мати відмінності у складі та властивостях, які можуть впливати на роботу ДВЗ. Обкатка допоможе виявити будь-які потенційні проблеми та виправити їх перед реальним використанням.

Мінімізація ризику поломок: біопаливо може викликати деякі особливі проблеми, такі як утворення відкладень або корозія у системі живлення. Обкатка

дозволяє виявити такі проблеми і розробити стратегії їх попередження або виправлення.

Оптимізація режиму роботи: під час обкатки можна встановити оптимальні параметри роботи ДВЗ на біопаливі, включаючи регулювання суміші повітря і палива, розподіл потоку палива і часу інжектора, щоб досягти найкращої продуктивності і знизити викиди.

Довговічність: правильна обкатка може збільшити довговічність ДВЗ та знизити ризик поломок, що є особливо важливим для ефективного використання біопалива, яке може бути в деяких випадках менш стабільним за традиційними видами палива.

Економія пального: обкатка ДВЗ на біопаливі може допомогти встановити споживання пального і зменшити його споживання, що дозволить зекономити гроші на пальному та зменшити вплив на навколишнє середовище

Підготовка двигуна перед початком експлуатації двигуна на дизельному біопаливі

Перед початку експлуатації двигуна на дизпаливі необхідно провести наступні профілактичні роботи:

- необхідно провести промивку та заміну фільтрів грубого і тонкого очищення палива, щоб видалити шлакові відкладання в паливній системі
- замінити резино-технічні вироби на стійкі до дії біодизеля
- рекомендують використовувати чисте дизпаливо до +10°C, без зміни штатної системи паливоподачі

*Дизельне біопаливо.* Одним з головних недоліків дизельного біопалива, одержаного шляхом етерифікації рослинних олій є висока кінематична в'язкість, що значно звужує температурний діапазон його використання. Ефективний діапазон використання чистого дизельного біопалива знаходиться при температурі вищій 10 °C. Через що використовують підігрів баку із біодизелем.

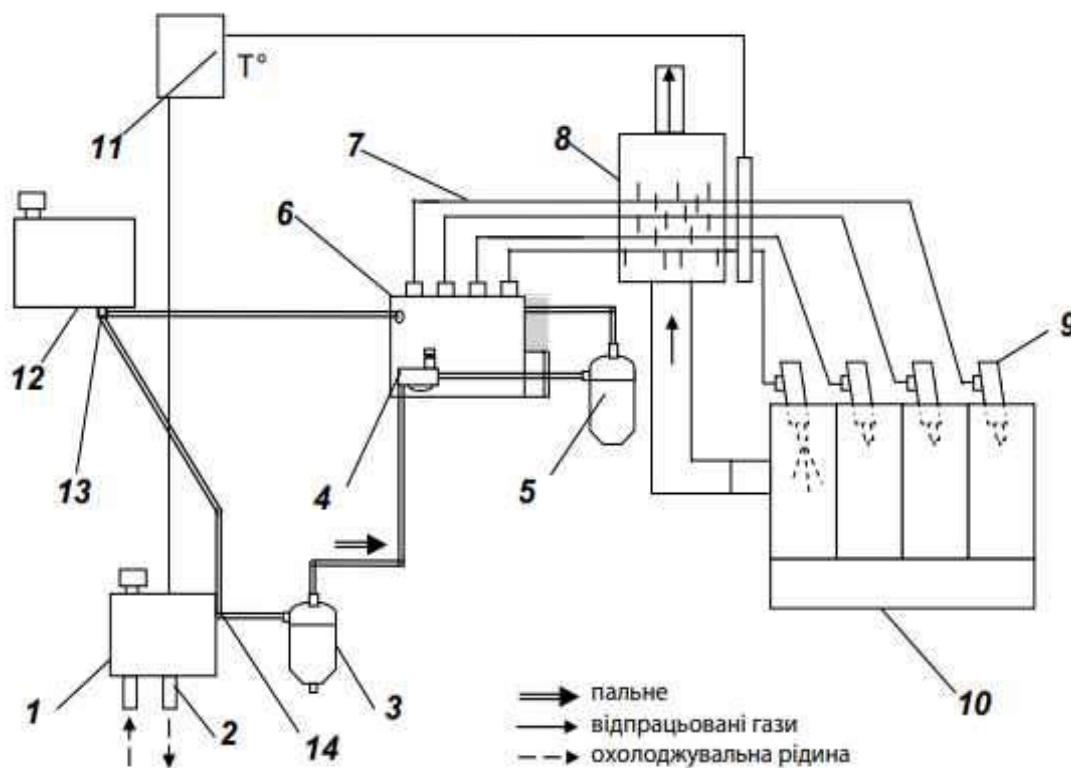
Підігрівання палива здійснюють з метою забезпечення його рухомості та фільтрування. Найкращі властивості дизельне паливо набуває при в'язкості від 2,5 до 4 мм<sup>2</sup>/с. Для дизельного біопалива дана в'язкість може бути досягнута в температурних межах від плюс 30 до плюс 45 °C, а тому для ділянки бак-паливний насос високого тиску, доцільно проводити підігрів палива саме в даних температурних межах.

Розроблена система дозволяє використовувати біодизель при будь-якій температурі навколишнього середовища та забезпечує його більш повне згоряння, сприяє збільшенню строку експлуатації картерного мастила двигуна, дає можливість використовувати чисту очищену олію для роботи двигуна [4]. При використанні цієї системи пуск та прогрів двигуна відбувається на дизельному паливі, яке міститься в основному паливному баці.

Працюючи на дизпаливі, двигун прогрівається до робочої температури, одночасно з дизельним біопаливом через теплообмінник

Біодизель відзначається високим цетановим числом, яке становить 50-58 (у традиційного дизельного палива цей показник дорівнює приблизно 50), що дає

можливість використовувати біопаливо на дизельних двигунах без додаткових речовин, які забезпечували б краще запалювання [4].



**Рис. 1** *Схема двохступеневого підігріву палива для тракторних двигунів*  
**1** – паливний бак дизельного біопалива, **2** – теплообмінник, **3** – фільтр грубого очищення, **4** – підкачувальний насос, **5** – фільтр тонкого очищення, **6** – паливний насос високого тиску, **7** – паливопроводи високого тиску, **8** – нагрівальна камера, **9** – форсунки двигуна, **10** – двигун, **11** – блок контролю температури, **12** – основний паливний бак, **13** – паливний кран основного баку, **14** – паливний кран баку дизельного біопалива.

*Вплив дизельного біопалива на експлуатаційні показники роботи дизельного двигуна.* Науковцями було проведено модернізацію системи живлення двигуна Д-65Н із встановленням системи підігріву палива (рис. 1). Температуру нагріву дизельного палива прийнято на рівні 120°C [4].

Аналіз отриманих експлуатаційних характеристик (рис. 2) показує, що на біодизелі двигун розвиває майже таку ж потужність що й на звичайному паливі, однак має гірші показники годинної та питомої витрати палива. З цього дослідю можна побачити, що перевитрата біопалива знижується із використанням системи підігріву на величину від 3 до 10% в залежності від навантаження двигуна. Перевитрата пояснюється нижчою теплотворною здатністю біодизеля, відносно звичайного дизельного палива

*Виробнича перевірка роботи двигуна на дизельному біопаливі.* У Поліському національному університеті проводили виробничу перевірку роботи двигуна на біодизельному паливі на базі СТОВ «Юрківщина», що знаходиться в Новоград-Волинському в Житомирській області. Там використали суміш

біодизелю з дизелем в співвідношенні 1/3. Біодизель вироблений із ріпакової олії, та відповідає стандарту ДСТУ 6081

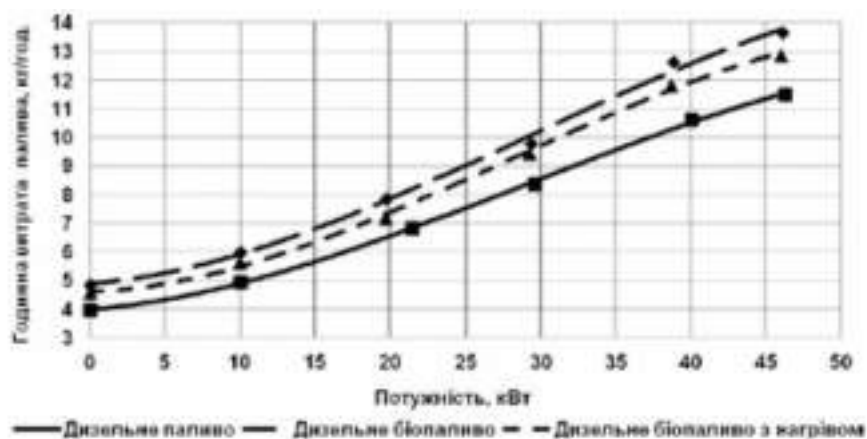


Рис. 2 Експлуатаційні показники роботи двигуна Д-65

Випробування проводилися на тракторі МТЗ-1221 з двигуном Д260.2С в період осінніх польових робіт із навколишньою температурою в межах 6...12 °С [5].

По завершенню випробувань (табл. 1) провели аналіз та дійшли висновку, що під час суцільної культивуації ґрунту відбулася перевитрата палива на 17,5% в порівнянні із дизельним паливом. При використанні системи підігріву біодизеля до 110°С перед впорскуванням в циліндри перевитрата палива відносно стандартного дизельного палива становила 7,3 %. В процесі проведення прикочування посівів перевитрата становила – без підігріву біодизеля 18,0 %, а із підігрівом до 110°С 12,6 %.

Виробнича перевірка на важких роботах оранці та дискуванні виконувалась лише в режимі підігріву біодизеля до 110°С. Проаналізувавши результати виробничої перевірки (табл. 2) встановили, що перевитрата біодизеля склала в процесі оранки 8,5%, а в процесі дискування 9,1%

Таблиця 1

Результати виробничої перевірки двигуна на біодизелі під час культивуації та коткування

Склад агрегату та технологічний процес	Тип палива			Перевитрати дизельного біопалива, %
	Дизельне паливо	Показник		
	Витрата палива, кг/га	Температура біодизеля перед впорскуванням в циліндри, °С	Витрата біодизеля, кг/га	
МТЗ-1221 +КПС-5, суцільна культивуація	5	60	6,1	17,5
		110	5,6	7,3
МТЗ-1221 +Котки (4м), прикочування посівів	1,4	60	1,6	1,8
		110	1,6	12,6

Таблиця 2

**Результати виробничої перевірки двигуна на біодизелі під час оранки та дискування**

Склад агрегату та технологічний процес	Витрачено біодизеля загалом, л	Питома витрата палива, кг/га		Перевитрата біодизеля, %
		дизель	біодизель	
МТЗ-1221 +ПЛН-5,35, оранка	200	15,8	17,2	8,5
МТЗ-1221 +БДТ-3, дискування	670	5,7	6,2	9,1

**Висновок.** Отже, використання біодизелю дозволяє не втрачаючи потужності двигуна знизити використання звичайного дизельного пального, відповідно зменшивши частку затрат на паливно-мастильні матеріали у економіці підприємств, а дообладнання системи живлення трактора підігрівом дає можливість знизити перевитрату біодизелю ще на 5-10%

**Список використаних джерел**

1. Нагорняк І., Актуальність використання альтернативних видів палива для двигунів внутрішнього згорання. Сільськогосподарські науки. 2022. № 1(5). с. 203-207

2. Скільки біопалива виробляють в Україні URL: <https://www.slovoidilo.ua/2018/07/03/infografika/suspilstvo/skilky-biopalyva-vyroblyayut-ukrayini-ta-sviti> (дата звернення 22.09.2023)

3. Біопаливао для автомобілів – переваги і недоліки URL: <https://ukrfuel.org/about/biopalyvo-dlya-avtomobiliv-perevahy-i-nedoliky/> (дата звернення 22.09.2023)

4. Дубровін В.О., Голуб Г.А., Поліщук В.М., Сера К.М., Біодизель та біоетанол: Серія навчально-методичних матеріалів. Київ 2015. 52 с.

5. Заруцький О. О., Розроблення технологічного регламенту використання дизельного біопалива в автотракторних двигунах: Кваліфікаційна робота. Житомир – 2020. 24 с.



**Максим СТУДНИЦЬКИЙ<sup>5</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ТЕХНІЧНОЇ КОНОПЛІ ЗА КОРДОНОМ

***Анотація.** У статті відмічено, що Україна є однією з найпрогресивніших териорій в Європі, придатних до вирощування промислових конопель, її вирощування може бути вигідним для фермерів, а також допомогти покращити стан сільського господарства та навколишнього середовища в цілому. У статті відображено основи збирання технічних конопель, описані зразки зарубіжної техніки, які використовують для її збирання, відмічені їх переваги та недоліки у роботі.*

***Annotation.** The article notes that Ukraine is one of the most progressive territories in Europe suitable for growing industrial hemp, and its cultivation can be beneficial for farmers and help improve the state of agriculture and the environment in general. The article outlines the basics of harvesting industrial hemp, describes samples of foreign machinery used for harvesting it, and highlights their advantages and disadvantages.*

***Вступ.** Технічна конопля є корисною культурою, яка може допомогти покращити розвиток сільського господарства в Україні та забезпечити багато корисних продуктів. Україна має потенціал для вирощування технічної коноплі, адже вона є невибагливою до ґрунту культурою, що може бути вирощена на полях, які не використовуються для інших культур. Вирощування коноплі може бути досить прибутковим, оскільки ця культура має високу продуктивність та може бути використана для виробництва різних продуктів, таких як насіння, олія та волокна. Крім того, вирощування технічної коноплі може допомогти підвищити рівень землеробства в Україні та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, оскільки ця культура є екологічно чистим видом сільського господарства. Таким чином, вирощування технічної коноплі в Україні може бути вигідним для фермерів, а також допомогти покращити стан сільського господарства та навколишнього середовища в цілому. Нині по площі посіву конопель світовими лідерами є КНДР, Китай та Франція (понад 65% світової площі), а з виробництва волокна – КНДР, Китай, Нідерланди та Чилі (більше 70% від валового збору) [1]. Найактивніше галузь коноплярства на технічні цілі розвивається у Франції.*

***Виклад основного матеріалу.** Існує кілька способів збирання технічної коноплі, а саме: ручний, механізований і комбінований.*

---

<sup>5</sup>Науковий керівник - к.т.н., доцент Холодюк О.В., кафедра агроінженерії і технічного сервісу.

Ручний збір – цей метод полягає в тому, що робітники збирають коноплю вручну, вириваючи її з ґрунту. Цей метод є досить трудомістким і неефективним для великих площ, але може бути використаний для невеликих площ.

Механізований збір – цей метод використовує спеціалізовану техніку для збору коноплі. Машини збирають рослини за допомогою різального обладнання та смикової системи, що витягує рослини з ґрунту. Цей метод є ефективним для великих площ та дозволяє зібрати велику кількість коноплі за короткий час. До таких машин відносяться комбайни, які мають спеціальні насадки для збирання коноплі.

Комбінований збір – цей метод, який комбінує ручний та механічний збір. Робітники збирають коноплю вручну, а потім машини використовуються для збору та очищення насіння. Цей метод є ефективним для вирощування високоякісної коноплі для насіння [2].

В країнах ЄС збирання конопель для отримання волокна та насіння здійснюють з використанням різних зернозбиральних комбайнів з робочим модулем, що дозволяє одночасно виконувати обмолот мітелок, зрізати стебла та формувати валок. Досвід показує, що збирання конопель зернозбиральним комбайном повністю виключає ручну працю, суттєво зменшує втрати насіння, підвищує продуктивність, скорочує терміни збирання насінневої продукції. Для збирання конопель застосовують комбайни «Massey Ferguson», «John Deree 466», «John Deree 9680» (США), «CAT Lexion 480», «Claas Jaguar 840», «Claas Xerion 4000», «New Holland TX-63 plus», «Laverda 269LCS», та інші. У Франції та інших країнах Європи насінневі посіви коноплі збирають з використанням різних зернозбиральних комбайнів виробництва фірм «Case», «Claas», «John Deere», «Massey Ferguson», «NEW HOLLAND».

У Німеччині збирання конопель на зерно виконують переобладнаним зернозбиральним комбайном. Жатка для збирання кукурудзи перероблена для зрізу конопель. У приймальній камері жатки стовбур конопель зрізається приблизно на 60 см. Приймальний бітер у комбайні дообладнаний, щоб не було намотування частин ствола конопель. Після обмолоту частини конопель падають за комбайном. Валок кілька разів перевертає граблями, доки маса не підсохне. Преспідбирачем валок підбирається та пресується.

Для збирання культури за технологією «Alpha», розробленою компаніями «Тebeco» та «Canabiaa.s.» (Чеська Республіка), використовуються навісні жниварки SCHUM 4.2 НН (для зрізання рослин з малорозгалуженим стеблом висотою до 2 м) та Clipper 4.3 ММН (рис. 1).

Навісна жниварка SCHUM 4.2 НН призначена для зрізування рослин з мало розгалуженим стеблом висотою до 2 м. Рекомендована швидкість пересування жниварки в коноплі: від 12,5 км/год (при висоті до 5 м) до 16,6 (при висоті до 2,5 м) площі від 500 га. Техніка рентабельна при площі збирання в сезон від 500 га коноплі. Жатка Clipper 4.3 ММН оснащена різальними апаратами довжиною до 4 м, які зрізають стебла технічної коноплі на частини розміром до 1100 мм, тому що цього вимагає наступна технологія переробки стебел. У залежності від типу, вимоги та обладнання, дане обладнання розрізає стебла на

одну, дві, три чи чотири частини. Жниварки Clipper 4.3 ММН оснащені спеціальними типами ножів, які працюють з високою швидкістю різання, великим зрушенням та безперервним шліфуванням, і саме тому вони досягають високої продуктивності при збиранні. Для прямого механізованого збирання конопель використовуються коноплезбиральні комбайни, призначені для одночасного збору та обмолоту конопель висотою від 1 до 3 м.



*Рис. 1. Жатка Clipper 4.3 ММН в роботі*



*Рис. 2. Загальний вигляд Hemp Harvester КОКО 1620*

У невеликих господарствах можна використовувати «Hemp Harvester КОКО 1620» (рис. 2) (Болгарія). Комбайн оснащений дворівневим сегментно-пальцевим різальним апаратом для одночасного двоступінчастого збирання - збору насінневої частини з подальшим переміщенням її в бортовий причіп і зрізу стебел конопель, що залишилися. Після наповнення бортового причепа скошеною масою здійснюється його швидке розвантаження за допомогою рухомої підлоги для подальшого транспортування. Комбайн має двоножеву систему для двоступінчастого збирання одночасно насінневої та стеблової частини; бортовий бункер з рухомою підлогою, що забезпечує рівномірне та швидке завантаження. Є доступним та простим в обслуговуванні, агрегатується з тракторами потужністю 65 к.с. і вище [3].

У компанії HanF FARM створили комбайн MultiCombine HC 3400 Hemp», здатний прибирати як високорослі, так і низькорослі рослини (рис. 3).



*Рис. 3. Комбайн для збирання коноплі MultiCombine HC 3400 Hemp*

При дозріванні 65-70% насіння комбайн за допомогою жатки, що очисує, зрізає суцвіття з квітками і насінням, не пошкоджуючи стебла рослин. З часом з бічних бруньок на верхівках вегетуючих рослин відростає нове листя і пагони, а стебла продовжують набирати міцність. Коли приходить час збирання стебел, комбайн окремо збирає відрослі верхівки і стебла. Сировина (насіння, листя, квіти та солома) сортується комбайном і далі поступає на переробку у виробничі цехи. Різальний механізм, що плавно регулюється по висоті з особливо точною робочою технологією подвійного ножа, забезпечує гнучке використання на різних висотах. Особливістю роботи комбайна є те що, урожай м'яко транспортується в бункер на конвеєрних стрічках, що гарантує високоефективну та без втрат роботу. MultiCombine HC 3400 оснащений потужним двигуном Deutz, зручною кабіною, GPS та системами камери. Технічна характеристика комбайна: максимальна висота різання 3,4 м, робоча швидкість 10-12 км/год; місткість бункера 20 м<sup>3</sup> [4].

**Висновки.** Для збирання технічної коноплі за кордоном застосовують перероблені для збору коноплі зернозбиральні та кормозбиральні комбайни. "John Deree 9680", "CAT Lexion480", "Claas Jaguar 840", "Claas Xerion 4000", New Holland TX-63 plus, Laverda 269LCS, Палессе GS12 та ін. До спеціалізованої техніки для збирання конопель можна віднести жнивarki SCHUM 4.2 НН та Clipper 4.3 ММН, а також коноплезбиральні комбайни «Hemp Harvester КОКО 1620» (Болгарія), «MultiCombine HC 3400», «Henry's Hemp Harvester» (Німеччина).

Отже, можемо відмітити що, машини для збирання технічної коноплі, які використовуються за кордоном є різними. Виявилось, що в зарубіжних країнах існують різні підходи до збирання коноплі, і є різні види машин, що використовуються для цього. Більшість країн мають певні правила та регулювання щодо вирощування технічної коноплі, тому використання машин

для збирання може відрізнятися від країни до країни. Незважаючи на це, можна виділити кілька основних видів машин для збирання технічної коноплі: комбайни, різальні машини та косарки. Кожен з цих видів машин має свої переваги та недоліки, і вибір конкретної машини залежить від ряду факторів, таких як розмір поля, кількість коноплі, яку потрібно зібрати, та технології вирощування, які використовуються. У світі збільшується попит на технічну коноплю, і машини для збирання стають все більш важливими для забезпечення високої продуктивності та якості збору.

### Список використаних джерел

1. Головний сайт для агрономів. АгроПолігон Арніка: органічна технологія вирощування льону та технічних конопель. Superagronom.com. URL: <https://superagronom.com/blog/349-agropoligon-arnika-organichna-tehnologiya-viroschuvannya-lonu-ta-tehnicnih-koнопel> (дата звернення: 25.02.2023).
2. Мигаль М. Д. - особливості збирання конопель у зв'язку з динамікою досягання і осипання насіння, кмець І. Л. (2017). Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpilk\\_2017\\_5\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpilk_2017_5_11) (дата звернення: 25.02.2023).
3. Примаков О. Сучасна техніка як фактор розвитку технологій збирання технічних конопель, маринченко І. (2013). Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark\\_2013\\_8\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titark_2013_8_9) (дата звернення: 25.02.2023).
4. Home. Multicombine. URL: <http://multicombine.com> (дата звернення: 25.02.2023).

**Віталій КОЛІСНИК<sup>6</sup>,**  
студент 4-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки продукції  
тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБЛЕННЯ СУХОГО МОЛОКА

*Анотація.* У даній науковій роботі розглянуто проблему автоматизованого управління технологічним процесом виробництва сухого молока. Для досягнення цієї мети була розроблена комплексна система керування, що включала в себе моделювання процесу за допомогою програмного пакету Matlab, апроксимацію кривої розгону та синтез передатної функції

---

<sup>6</sup>Науковий керівник: к.т.н., доцент Возняк О.М. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

об'єкта керування. Також була розроблена замкнута система регулювання з використанням програмного пакета Mathcad.

Результати дослідження вказують на важливі переваги автоматизації виробництва сухого молока, такі як підвищення продуктивності, забезпечення якості продукції, оптимізація ресурсів та поліпшення умов праці. Розроблена система дозволяє підтримувати стабільність та конкурентоспроможність на ринку харчових продуктів.

Отже, ця робота вносить важливий внесок у вдосконалення технологічних процесів виробництва сухого молока та може бути використана для оптимізації виробництва та підвищення якості продукції в цій галузі.

**Annotation.** This research addresses the issue of automated control of the technological process in the production of dry milk. To achieve this goal, a comprehensive control system was developed, including process modeling using the Matlab software package, approximation of the acceleration curve, and synthesis of the transfer function of the control object. Furthermore, a closed-loop control system was developed using the Mathcad software package.

The research results indicate significant advantages of automating dry milk production, such as increased productivity, product quality assurance, resource optimization, and improved working conditions. The developed system enables the maintenance of stability and competitiveness in the food product market.

Therefore, this work makes a valuable contribution to the improvement of technological processes in dry milk production and can be utilized to optimize production and enhance product quality in this industry.

**Вступ.** Сушіння сировини - це неабиякий спосіб подовжити строк зберігання харчових продуктів, зберігаючи при цьому їхні корисні властивості. Процес сушіння, однак, вимагає великих енергетичних затрат та уваги до деталей для досягнення високої якості кінцевого продукту. У цьому контексті автоматизація технологічного процесу стає ключовим рішенням, спрямованим на забезпечення високої якості продукції та мінімізацію енерговитрат.

Автоматизація дозволяє точно контролювати процес сушіння, регулювати параметри, такі як температура та вологість, і навіть вести моніторинг в реальному часі. Це дозволяє підтримувати оптимальні умови для сушіння кожного конкретного типу сировини, забезпечуючи високу якість та збереження корисних речовин у продуктах.

Автоматизовані системи контролю дозволяють операторам вчасно реагувати на зміни та оптимізувати процес.

Метою цього наукового дослідження є забезпечення агрегатів сушіння молока функціонально повними засобами автоматизованого управління технологічним процесом.

**Виклад основного матеріалу.** При виробництві усіх видів сухих молочних продуктів видалення вільної води здійснюється в дві стадії – згущенням і сушінням попередньо згущеного продукту.

Згущення здійснюється випарюванням. Зі способів сушіння молочних продуктів відомі наступні:

- 1) розпилювальний у потоці гарячого повітря;
- 2) у киплячому шарі;
- 3) контактний (плівковий);
- 4) сублімацією;
- 5) у стані піни.[2]

Незалежно від способу сушіння кінцевий продукт повинен відповідати наступним вимогам:

- мати задану кінцеву вологість;
- вільну тягучість;
- мінімальний зміст вільного поверхневого жиру;
- необхідну повноту і швидкість розчинення при мінімальних витратах [2].

На рисунках 1-2 приведено основні схеми сушарок молока і молочних продуктів.

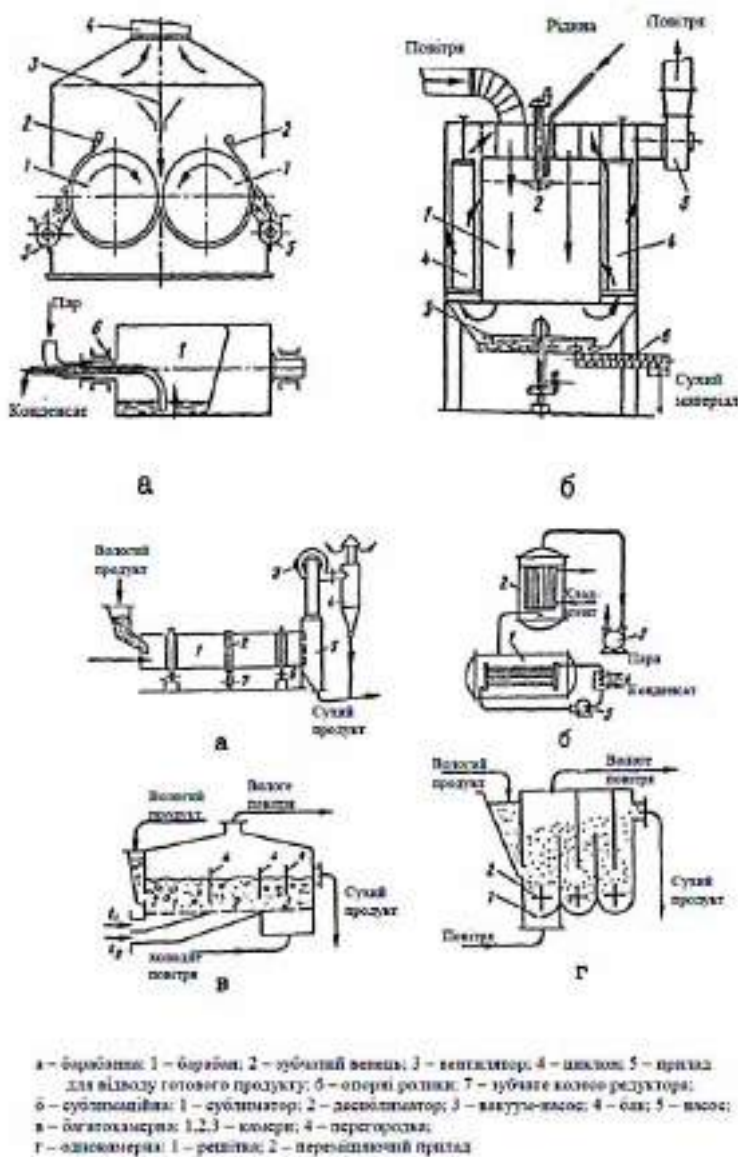
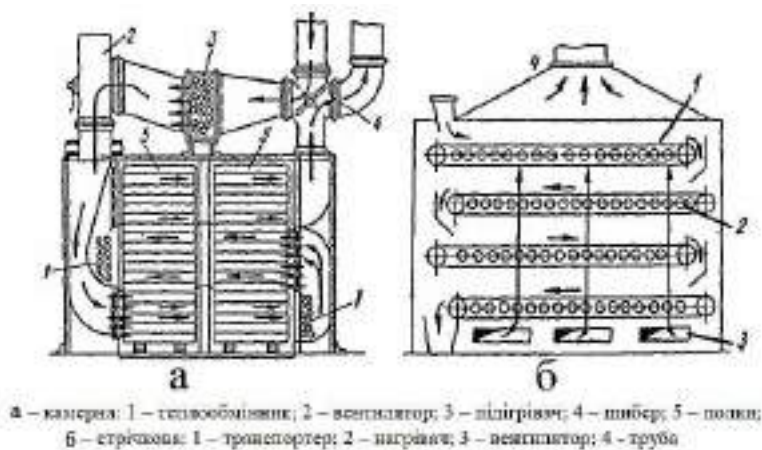
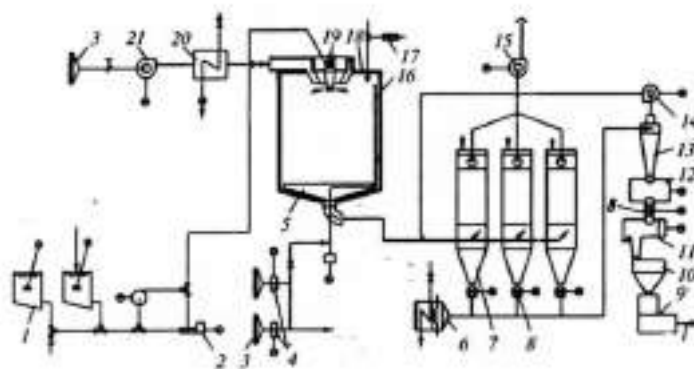


Рисунок 1 - Сушарки для молока і молочних продуктів



**Рисунок 2 - Основні схеми подачі продукту і продукту в сушильні установки**

Сушильний апарат моделі А1-ОР2Ч призначений для використання при сушці різних продуктів, включаючи концентроване незбиране та обезжирене молоко, вершки з різним вмістом рослинного жиру, а також замітники незбираного молока і молочні суміші з вмістом жиру до 30%. Крім того, цей апарат може бути використаний для сушіння концентрованої підсирної, сирної і казеїнової сироватки, а також для сушіння меланжу, крові і дріжджів.



**Рисунок 3 - Структурна схема розпилювальної сушильної установки: А1-ОР2Ч.**

**1 – продукт; 2 - насос-дозатор; 3 - фільтри для повітря; 4 - газодувки;  
5 - пневмокороб; 6 - охолоджувач; 7 - фільтри для продукту; 8-роторні затвори;  
9-дозувально-пакувальний агрегат; 10-бункер; 11- просіювач; 12 - пастка; 13-циклон;  
14,15,21-вентилятори; 16 - пневмомітла; 17 - електромагнітний вентиль; 18 - сушильна камера; 19-дисковий розпилювач; 20 - паровий калорифер.**

Технологічний процес сушіння молока.

Розпилювальна сушарка складається з циліндричної сушильної камери з дахом, дверима і днищем, пневмоприбачів, відведення з приводним механізмом, огорож і опорних стійок. Дах сушильної камери складається з трьох частин: двох частин з вибуховими клапанами і центральної частині, виконаної як єдине ціле з розподільником повітря. У центрі розподільника повітря є опорний фланець для того щоб встановити розпилювач. Циліндрична частина сушильної камери зібрана з шести секцій, одна з них має дверцята. Днище сушильної камери, що складається з двох напівконічних секторів (кут при



вершині конуса  $160^\circ$ ), має центральний отвір з фланцем для кріплення відведення. Всі частини сушильної камери обшиті листовою корозійностійкою сталлю зсередини, а зовні - алюмінієвим сплавом.

Відцентровий розпилювач складається з корпусу з вертикальним шпинделем, встановленим на підшипникових опорах, кожуха з фланцем, двохшвидкісного фланцевого електродвигуна, плоскопасової підвищувальної передачі і насосної установки з системою зв'язки. Частота обертання шпинделя з диском на робочому режимі 1200 обертів на хвилину, діаметр диска 270 мм.

Для реалізації технологічного процесу сушки молока та молочних продуктів пропонується програмно-апаратний комплекс. Його функціональна схема представлена на рис. 4.

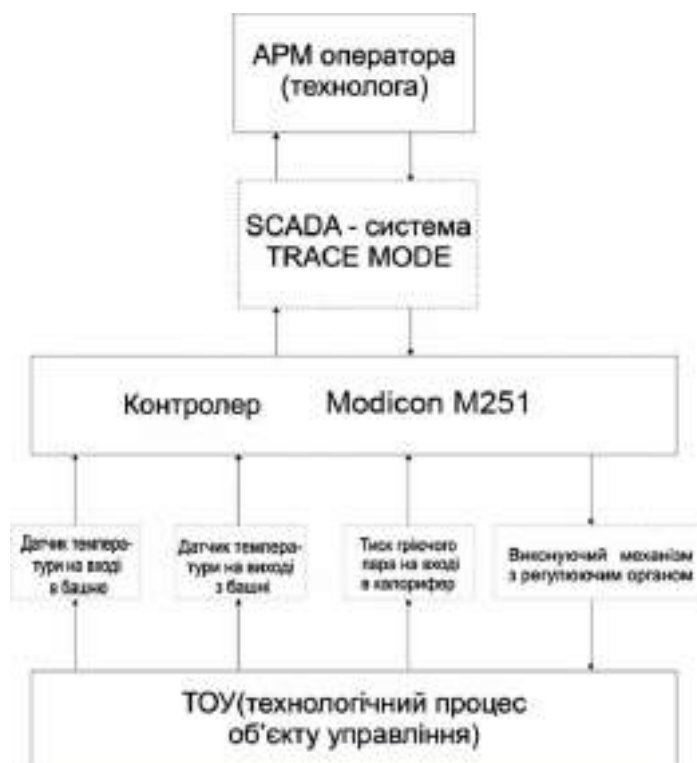


Рисунок 4 - Функціональна схема програмно-апаратного комплексу.

Для процесу сушки незбираного й знежиреного молока, а також кристалізованого концентрату сироватки використовується відцентрове розпилення, а для сухих продуктів які мають високу щільність та легкосіпучих незбираних напівфабрикатів варто застосовувати сопла розпилення низького тиску.

Основними завданнями автоматизованої системи керування процесом сушіння молока є:

- Збір та обробка інформації
- Взаємодія із ПЛК, давачами та виконавчими механізмами
- Збір даних та оформлення їх у вигляді графіків.

Експериментальна характеристика розглянутого об'єкта керування, тобто температури в приміщенні представлена в таблиці 1

## Експериментальні дані

Час, С	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Вхідний східчастий вплив, швидкість обертів двигуна, мЗ/час	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Зміна вихідної величини,о	0.7	0.8	3.4	85.2	6.7	7.9	8.8	9.3	9.5	9.6	9.6	90

Побудуємо графіки перехідного процесу. Для цього на вхід подається східчастий вплив  $x(t)$  - швидкість обертів двигуна.

На рисунку 5 подань графік стрибкоподібного впливу на об'єкт керування. Для побудови графіка використана програма MathCad.

За даними таблиці 1 будується експериментальна перехідна функція об'єкта керування  $v(t)$  у програмі MathCad рисунок 6.

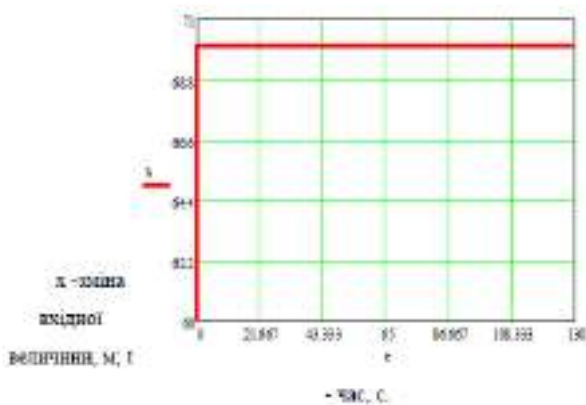


Рисунок 5 - Графік стрибкоподібної зміни вхідного впливу

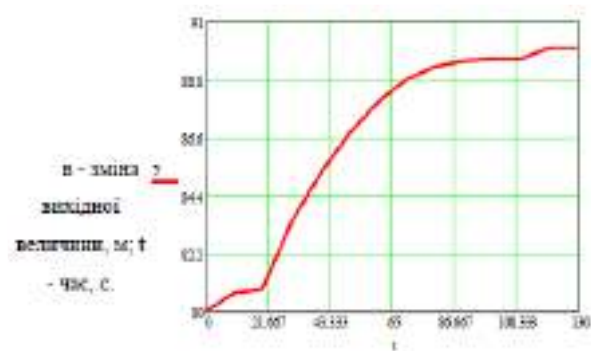


Рисунок 6 - Одержання перехідної функції об'єкта керування  $v(t)$ .

Графік динамічних параметрів об'єкта по екстремальній перехідній функції з додатковими побудовами подано на рисунку 7.

Отримана експериментальна функція, яку ми з'ясували раніше, дозволяє зробити вивід, що даний об'єкт можна апроксимувати послідовним з'єднанням аперіодичної ланки першого порядку й ланки чистого запізнювання.

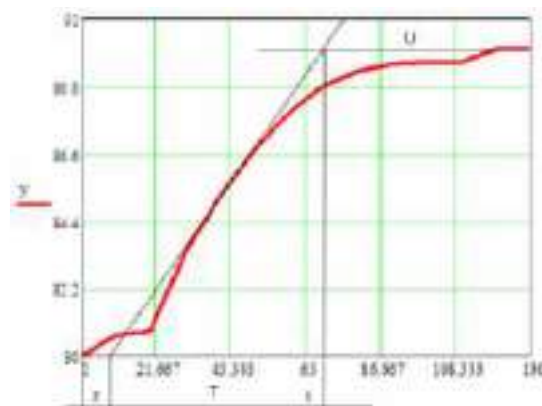


Рисунок 7 - Визначення динамічних параметрів об'єкта з самовирівнюванням по екстремальній перехідній функції.

Розрахункову перехідну функцію об'єкта визначимо у програмному пакеті Mathcad по раніше отриманій передатній функції.

```

0      Δy := 10      Δx := 10
10     k := Δy      k = 1
20     Δx
30
40     k := 1.6
50     τ := 15
60     T := 50
70     W(p) :=  $\frac{k \cdot e^{-\tau \cdot p}}{T \cdot p + 1}$ 
80
90
100
110
120      $\frac{W(p)}{p} \left| \begin{array}{l} \text{mvlaplace, p} \\ \text{float, 2} \end{array} \right. \rightarrow -1.0 \Phi(t - 15.0) \cdot (1.6 e^{-0.02 \cdot t + 0.3} - 1.6)$ 
130

```

$$h(t) = -1.0 \Phi(t - 15.0) \cdot (1.6 e^{-0.02 \cdot t + 0.3} - 1.6)$$

Побудуємо графіки експериментальної й розрахункової перехідної функції (рисунок 8).

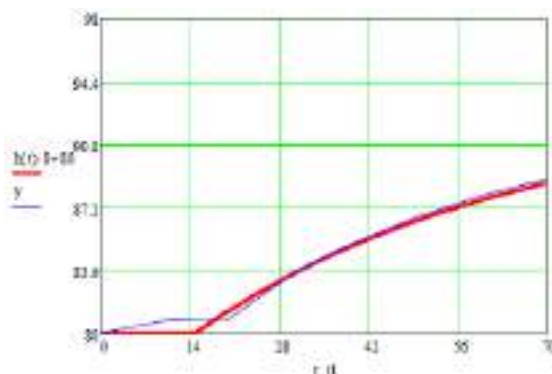


Рисунок 8 - Ідентифікація експериментальної й розрахункової перехідної функції.

$h(t)$  - розрахункова перехідна функція;

$y(t)$  - експериментальна функція перехідного процесу;

Для застосування частотного критерію стійкості Найквіста необхідно знайти, стійка чи нестійка система в розімкненому стані. При цьому якщо система в розімкненому стані нестійка, то варто визначити кількість коренів її характеристичного рівняння, що мають позитивні дійсні частини. Тільки в цьому випадку можна застосувати частотні критерії стійкості Найквіста до дослідження стійкості замкнутої системи.

Синтез розімкнутої САР з Пі-регулятором щоб визначити стійкість замкнутої системи з Пі-регулятором згідно критерію Найквіста записують передатну функцію розімкнутої системи автоматичного регулювання:

$$W(p)_{\text{розімкнутої системи}} = W(p)_{\text{об'єкта управління}} \cdot W(p)_{\text{регулятора}}$$

Передатна функція розімкнутої системи з ПІ- регулятором прийме вид:

$$W_{\text{piraz}}(p) = W(p) \cdot W_{\text{pi}}(p)$$

$$W_{\text{piraz}}(p) = \frac{k e^{-\tau \cdot p}}{T \cdot p + 1} \left[ K_{\text{pl}} \cdot \left( 1 + \frac{1}{T_{\text{ul}} \cdot p} \right) \right]$$

$$W_{\text{piraz}}(p) = \frac{1.6 e^{-15 \cdot p}}{50p + 1} \left[ 1.25 \left( 1 + \frac{1}{30p} \right) \right]$$

Запас стійкості по амплітуді й по фазі системи з Пі-регулятором Для визначення стійкості замкнутої системи з Пі-регулятором згідно критерію Найквіста запишемо передатну функцію розімкнутої системи автоматичного регулювання.

$$W_{\text{piraz}}(p) = W(p) \cdot W_{\text{pi}}(p)$$

$$W_{\text{piraz}}(p) = \frac{k e^{-\tau \cdot p}}{T \cdot p + 1} \left[ K_{\text{pl}} \cdot \left( 1 + \frac{1}{T_{\text{ul}} \cdot p} \right) \right]$$

де  $W(p)$  - передатна функція об'єкта керування;

$W_{\text{piraz}}(p)$  - передатна функція розімкнутої системи;

$W_{\text{pi}}(p)$  - передатна функція ПІ - регулятора.

Побудова АФЧХ розімкнутої системи з ПІ- регулятором в Mathcad представлено на рисунку 9.

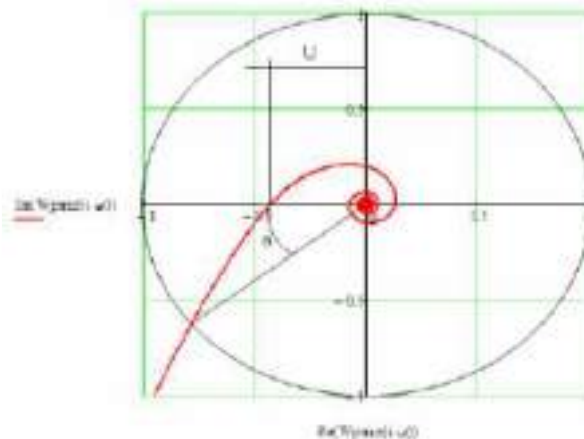


Рисунок 9 - АФЧХ розімкнутої САР з Пі-регулятором.

По АФЧХ розімкнутої системи з ПІ - регулятором можна зробити висновок, що замкнута система з ПІ- регулятором є стійкою за критерієм Найквіста. Провівши додаткові побудови, визначимо: запас стійкості по амплітуді становить  $A=1/U=1/0,4=2.5$  по фазі запас стійкості  $Q=43^\circ$ .

**Висновки.** У даній роботі була проведена комплексна розробка системи керування процесом вироблення сухого молока, що передбачала важливі етапи моделювання та аналізу системи:

1. Моделювання системи: Використовуючи програмний пакет Matlab, було розроблено математичну модель процесу вироблення сухого молока. Ця модель включала в себе важливі параметри і фізичні закони, що описують процес.

2. Аналіз системи: На основі математичної моделі було проведено чисельні експерименти та отримано графіки, що відображали динаміку процесу. Ці графіки були ключовими для подальшого аналізу та вдосконалення системи керування.

3. Апроксимація кривої розгону: За допомогою використання отриманих даних була проведена апроксимація кривої розгону системи. Ця крива є важливою для визначення реакції системи на зовнішні впливи та для розробки керуючого алгоритму.

4. Синтез передатної функції об'єкта керування: На основі отриманої апроксимації була синтезована передатна функція об'єкта керування. Ця функція є ключовою для розробки регулятора та підтримання стійкості системи.

5. Замкнута система регулювання: За допомогою програмного пакета Mathcad була розроблена замкнута система регулювання, що включала в себе регулятор і об'єкт керування. Ця система була піддана аналізу та оптимізації для досягнення бажаних результатів виробництва сухого молока.

У результаті цієї роботи було успішно розроблено та оптимізовано систему керування процесом виробництва сухого молока. Ця система дозволяє досягати високої продуктивності, забезпечувати якість продукції та оптимізувати використання ресурсів. Такий підхід до автоматизації технологічних процесів виробництва має великий потенціал для підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємства на ринку.

### Список використаних джерел

1. Назаревський В.С. «Автоматизоване управління процесом вироблення сухого молока». *Міжнародна науково - технічна конференція «ІМА-2021»*. Суми 2021. 169-170 с.

2. Система регулювання температури повітря в сушильній вежі / Молотків В.П. й ін. *Молочна промисловість*. 1980. № 1. С. 12.

3. White, S. E., Davis, P. M. (). Control Systems and Quality Assurance in Milk Powder Production. *Food Science and Technology*, 2017. Vol. 28 №2, P. 145-160.

4. Возняк О.М., Штуць А.А., Колісник М.А. Дослідження параметрів лінійного асинхронного електроприводу віброцентробіжного сепаратора зерна. *Вісник ХНУ. Серія: Технічні науки*. 2021. №1 (293). С. 104-113.

**Сергій ЧЕПІЛЬ<sup>7</sup>,**  
студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ДЕРЕВИНИ**

**Анотація.** Аналіз існуючих методів вимірювання продемонстрував, що найпростішим в реалізації є кондуктометричний метод, який заснований на вимірюванні опору зразка деревини, оскільки при зміні вологості деревини змінюється її опір. При цьому зі зменшенням вологості деревини – опір зростає. У роботі проведено детальне дослідження кондуктометричного методу для контролю вологості деревини і також розробку та створення вологоміра.

**Annotation.** The analysis of existing measurement methods showed that the easiest to implement is the conductometric method, which is based on measuring the resistance of a wood sample, since its resistance changes when the humidity of the wood changes. At the same time, with a decrease in the moisture content of the wood, the resistance increases. The work carried out a detailed study of the conductometric method for controlling the moisture content of wood, as well as the development and creation of a hygrometer.

**Вступ.** Вибір методу для вимірювання вологості є критичним для забезпечення точних результатів. Сучасні можливості включають багато різних методів вимірювання вологості деревини, кожен із них має свої переваги і недоліки. Деякі з них можуть забезпечувати потрібну точність, але можуть бути складними в реалізації.

Побудова приладу для вимірювання вологості деревини вимагає дослідження як неелектричних, так і електричних властивостей деревини. Це важливо, оскільки властивості деревини змінюються під час висушування або набухання.

Складність вимірювання вологості полягає в тому, що на вимірювальну фізичну величину, що є джерелом інформації про вологість, впливає безліч параметрів деревини, які ускладнюють отримання точних результатів. Деякі з цих параметрів можуть бути виміряні та враховані через введення корекцій, але вимірювання багатьох інших параметрів, таких як щільність деревини в абсолютно сухому стані, температура.

Саме тому дослідження питання вибору методу контролю вологості є досить актуальним.

В ході даної роботи буде проведено аналіз існуючих методів вимірювання вологості деревини і обґрунтовано вибір методу для розробки приладу для вимірювання вологості деревини, досліджено електричні та неелектричні

---

<sup>7</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Возняк О.М., кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

властивості деревини, розглянуто принципи побудови вологомірів кондуктометричним методом вимірювання та розроблено прилад для вимірювання вологості деревини.

Метою роботи є дослідження кондуктометричного методу для контролю вологості деревини.

**Виклад основного матеріалу.** Для розробки вологоміра серед наведених методів вимірювання вологості деревини обрано кондуктометричний метод, тому що даний метод є найбільш простим у реалізації.

Хоча результати вимірювань залежать від температури матеріалу та від ступеня однорідності матеріалу, проте даний метод має ряд переваг в порівнянні з іншими.

По перше даний метод дозволяє вимірювати вологість в досить широкому діапазоні – від 7% до 50%. При чому в діапазоні вологості від 5 % до 30 % даний метод володіє високою чутливістю до змін вологості матеріалу і високою точністю вимірів.

Також вологоміри, що реалізовані на основі кондуктометричного методу мають малі габаритні розміри і простоту конструкції голкового датчика вологості.[1]

Даний метод володіє високою заводо захищеністю.

Вологоміри даного типу можна використовувати для контролю вологості деревини на всіх стадіях технологічного процесу:

- при закупівлі сухих чи підсушених матеріалів;
- для контролю вологості деревини у штабелях при природному підсушуванні;
- для контролю вологості деревини у процесі сушіння;
- при передачі заготовок з сушки у виробництво;
- при тривалому зберіганні заготовок у виробничих чи складських приміщеннях.



*Рисунок 1 - Вологомір деревини*

Для характеристики складу вологи в матеріалах використовують дві величини: вологовміст і вологу. Раніше ці величини називалися відповідно абсолютною і відносною вологістю.

Під вологовмістом розуміють відношення маси вологи  $m$ , що міститься в тілі, до маси абсолютно сухого тіла  $m_0$ :

$$U = \frac{m}{m_0}. \quad (1)$$

Під вологістю  $W$  – розуміють відношення маси води, що міститься в тілі, до маси вологого матеріалу ( $M + M_0$ ):

$$W = \frac{m}{m + m_0}. \quad (2)$$

Перехід від однієї величини до іншої може бути виконаний за співвідношеннями:

$$W = \frac{U}{1 + U}, \quad (3)$$

$$U = \frac{W}{1 - W}. \quad (4)$$

В деяких областях промисловості для визначення вмісту води в матеріалі використовується вологовміст  $U$  або вологість  $W$ . Більшою частиною в теоретичних дослідженнях і розрахунках вміст води задається вологовмістом, і в виробничих умовах для тієї ж цілі частіше використовують вологість  $W$ .

При вимірюванні вологості необхідно враховувати форми її зв'язку з матеріалом, а також особливості гіротермічної рівноваги матеріалу з навколишньою середою. [2]

Вологість знаходиться в деревині у вільному стані, в гігроскопічному і колоїдно-зв'язаному стані. Всі будівельні породи деревини можуть містити до 30% гігроскопічної вологості. Такий вміст води називається точкою насичення волокон. Вона відповідає повному насиченню водою клітинних оболонок при відсутності вільної води в порожнинах клітин.

Зв'язана вода знаходиться в клітинних стінках, а вільна знаходиться в порожнинах клітин і міжклітинних просторах. Зв'язана вода утримується в основному фізико-хімічними зв'язками, зміна її вмісту значно відображається на більшості властивостей деревини. Вільна вода, що утримується лише механічними зв'язками, видаляється легше, ніж зв'язана вода, і менше впливає на властивості деревини. При випробуваннях з метою визначення показників фізико-механічних властивостей деревини її кондиціонують, приводячи до нормалізованої води. Якщо немає особливих приміток, то показник дорівнює 12%.

При висиханні деревини зникнення вільної води виникає відносно швидко – за 1 – 2 літніх місяців. Воно не зв'язане зі зміною яких-небудь властивостей деревини, окрім її ваги. Видалення гігроскопічної води виникає



значно важче. Воно зазвичай потребує штучного висушування деревини і супроводжується значними змінами її фізико-механічних властивостей. При видаленні гігроскопічної вологи механічні властивості деревини підвищуються. Одночасно виникає усушка – зменшення розмірів дерев'яних елементів. Зворотній процес супроводжується набряканням деревини і зниженням її механічних властивостей.

Найбільших розмірів усушка досягає в площині поперечного перерізу елементів: 6–10% в тангентальному напрямку, 3–5% в радіальному напрямку при повному висиханні деревини. [3]

Електричні властивості деревини характеризуються електричним опором і електричною провідністю. Питомий електричний опір  $Q$ , об'ємний і поверхневий, залежать від породи деревини, напрямку волокон, оскільки вздовж волокон опір менше, ніж поперек, вологості і температури.

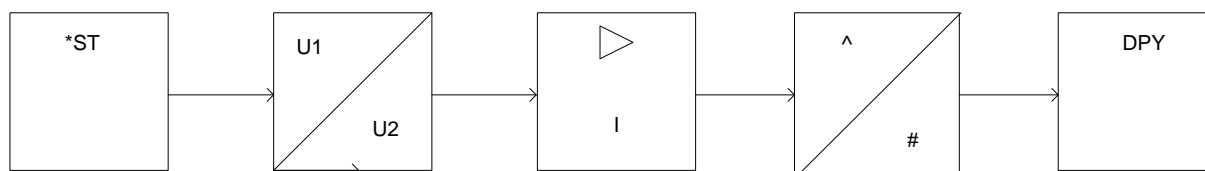
Суха деревина відноситься до діелектриків. З підвищенням вологості деревини опір зменшується. Особливо різке зниження опору відбувається при підвищенні вмісту зв'язаної води. Подальше збільшення вологи викликає значно менше падіння опору.

Із зростанням вологості від нуля до вологості при якій повністю насичуються вологою клітинні стінки, опір  $Q$  різко знижується. З подальшим зростанням вологості зниження опору  $Q$  продовжується, але значно менше. До зменшення опору  $Q$  призводить і підвищення температури. Так, з підвищенням температури від 20 до 94°C опір  $Q$  сухої деревини зменшується в 1 мільйон разів, а деревини з вологістю 22–24% – лише в 100 разів. При від'ємних температурах опір  $Q$  деревини зростає.

Кондуктометричний метод вимірювання вологості базується на залежності опору деревини від її вологості. Чим вище вологість деревини, тим нижче її електричний опір.

Оскільки деревина в сухому стані має великий опір, для реалізації вологоміра кондуктометричним методом вимірювання, доцільно застосовувати схеми, побудовані на операційних підсилювачах.

Структурна схема пристрою для вимірювання вологості деревини складається з датчика, блоку вимірювання, операційного підсилювача, аналого-цифрового перетворювача та дисплею для виведення результату вимірювання.



**Рисунок 2 - Структурну схему приладу для вимірювання вологості деревини**

Через зразок деревини протікає струм. Датчик опору зразка деревини представляє собою два голкових контакти, які занурюються в матеріал, що досліджується. Оскільки максимальна глибина, на якій можливо виміряти

вологість, визначається довжиною голок-електродів, то завжди відомо на якій глибині в об'єкті контролю здійснюються вимірювання. Але голки великої довжини важко увігнати в об'єкт що контролюється в зв'язку з можливістю їх пошкодження, тому зазвичай випускаються прилади з голками довжиною до 3см. Відстань між голками в розробленому приладі складає 10мм.

Блок вимірювання реалізований на основі мікросхеми, яка має дуже високий вхідний опір і складається з двох операційних підсилювачів. Операційний підсилювач виконує в даному випадку роль буфера, що розділяє блок вимірювання від блоків, що обробляють отримані дані вимірювання. [4]

Сигнал з виходу вимірювального блоку поступає на операційний підсилювач. Підсилювач калібрує значення напруги, що буде в подальшому виводитись на дисплей, відповідним коефіцієнтом підсилення.

Після калібрування, відповідне значення напруги подається на аналого-цифровий перетворювач.

Використовується аналого-цифровий перетворювач подвійного інтегрування з виходом на рідиннокристалічний індикатор.

**Висновок.** В наш час існує велика кількість методів вимірювання вологості деревини. Кожний з методів, що розглянутий в даній роботі, має свої переваги і недоліки. Аналіз існуючих методів вимірювання продемонстрував, що найпростішим в реалізації є кондуктометричний метод, який заснований на вимірюванні опору зразка деревини, оскільки при зміні вологості деревини змінюється її опір. При цьому зі зменшенням вологості деревини – опір зростає.

При дослідженні кондуктометричного методу, було виявлено, що вхідний опір деревини в абсолютно сухому стані є досить високим, а відповідно струм, що вимірюється, – низьким. Тому схемна реалізація вологоміра зазвичай виконується на основі операційних підсилювачів. Так наприклад опір для деревини породи вільха, для вимірювання вологості якої був розроблений вологомір, складає 9 мОм та 25 мОм відповідно для 20% та 7% вологи при відстані між щупами давача 10мм.

Розроблений в даній роботі вологомір для деревини побудований на основі мікросхеми, яка здатна забезпечити вимірювання такого вхідного опору деревини.

Для представлення вимірюваного опору у вигляді процентів на індикаторі, напруга на вході операційного підсилювача була калібрована у відповідну напругу, що необхідна для виведення відповідного проценту. Калібрування напруги було реалізовано на проміжках від 0% до 7% та від 7% до 20% вологості шляхом встановлення відповідного коефіцієнту підсилення операційного підсилювача. Так, для першого проміжку коефіцієнт підсилення 1,15, для другого проміжку – 1,18. Коефіцієнт підсилення визначає нахил характеристики, за якою буде проводитись виведення результату вимірювання.

Розроблений прилад для вимірювання вологості не є точним, оскільки при розробці вологоміра не було враховано багатьох параметрів деревини, таких як температура, щільність, структура деревини.

Також для отримання більш точних даних вимірювання необхідно використовувати залежності опору деревини від вологості і на інших проміжках. Але такі дані можна отримати лише експериментальним шляхом за допомогою прямих методів вимірювання.

### Список використаних джерел

1. Кузнецов В. А. Вимірювання в електроніці. Київ: Енергоатом, 2018. 512 с.
2. Коряків В. І., Запорожець А. С. Прилади в системах контролю вологості твердих речовин і їх метрологічні характеристики. Київ: Десна, 2012. 189 с.
3. Іванченко Ю. А., Федоров. А. А. Чим вимірюється вологість? Київ: Промінь, 2010. 90 с.
4. Богачук В. В. Методи та засоби вимірювального контролю вологості матеріалів. Видавництво: Лебідь, 2008. 141 с.

**Євгеній ГУЦАЛ<sup>8</sup>,**  
бакалавр 4-го року навчання,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ОЦІНКА ТЕПЛОНАДХОДЖЕНЬ У ПТАХІВНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ

***Анотація.** Сучасні технології вирощування та утримання сільськогосподарської птиці передбачають її утримання в спеціалізованих закритих приміщеннях. Перехід на утримання птиці в кліткових батареях пояснюється прагненням сільгоспвиробника максимально ефективно використовувати кожен кубічний метр корисного простору.*

*У подібних умовах фізичний стан та продуктивність птиці визначається не тільки такими важливими заходами, як селекційна робота та правильна годівля, а й станом повітряного середовища птахівничого приміщення. Відомо, що вплив цього фактора на фізіологічний стан птиці досить великий і може визначати зміну її продуктивності на 20-30%.*

***Annotation.** Modern technologies for growing and keeping poultry involve keeping them in specialized indoor facilities. The transition to keeping poultry in cage batteries is explained by the desire of the agricultural producer to maximize the use of each cubic meter of usable space.*

*In such conditions, the physical condition and productivity of poultry is determined not only by such important measures as breeding and proper feeding, but also by the state of the air environment in the poultry house. It is known that the impact of this factor*

---

<sup>8</sup>Науковий керівник – к.т.н, доцент Твердохліб І.В., кафедра загальнотехнічних дисциплін та охорони праці.

*on the physiological state of poultry is quite large and can determine a change in its productivity by 20-30%.*

**Вступ.** Безперервне та ретельне дотримання зоотехнічних та технологічних вимог, що висуваються до умов утримання сільськогосподарської птиці, є невід'ємною частиною всього спектра заходів, спрямованих на отримання якісної продукції в належному обсязі. У загальному списку вжитих заходів особливе значення приділяється якості кормової бази, ефективності селекційної роботи, а також стану повітряного середовища всередині птахівничого приміщення.

Аналізуючи літературні джерела [1-4], відзначимо ступінь впливу зазначених факторів на продуктивність птиці. Найбільший вплив - 50-60% має якісний та кількісний асортимент застосовуваних кормів. На 20% продуктивність визначається заходами, пов'язаними з доглядом за птицею. І ще 20-30% відводиться на мікрокліматичні параметри повітряного середовища пташника.

До основних показників мікроклімату, що здійснюють найбільший вплив на птицю, відносять температуру та вологість повітряного середовища приміщення, запиленість та загазованість, а також кратність обміну повітря та його швидкість у зоні розміщення птиці.

Вплив температурних показників на здоров'я птиці пояснюється тим, що в неї недостатньо розвинена система терморегуляції, бо вона не має потових залоз, і тепловіддача відбувається переважно за рахунок випаровування води під час дихання. Своєю чергою, надлишкова вологість у пташнику так само гальмуватиме цей процес, що може призвести до теплового удару у птахів. Зоотехнічні вимоги щодо загазованості та швидкості повітря в пташнику обґрунтовані тим фактом, що птиці погано переносить протяги та тривале перебування в загазованому приміщенні.

У процесі життєдіяльності доросла птиця виділяє порівняно набагато більшу кількість теплоти, ніж інші тварини.

**Виклад основного матеріалу.** Метою дослідження є оцінка закономірності зміни температурно-вологісного стану повітряного середовища птахівничих приміщень.

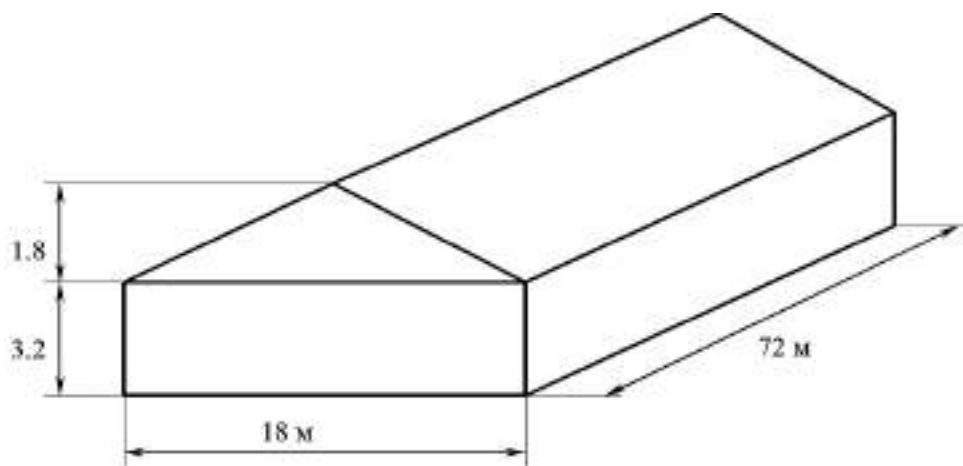
Параметри повітряного середовища птахівничих приміщень мають вагомий вплив на фізіологічні процеси в організмі птиці та, визначаючи стан її здоров'я, істотно впливають на показники її продуктивності. Продуктивність сільськогосподарської птиці перебуває в тісному взаємозв'язку з мікрокліматичними параметрами повітряного середовища приміщення і в разі їх оптимальних значень, за умови дотримання всіх інших зоотехнічних вимог, наближається до своїх максимальних показників.

На практиці параметри повітряного середовища часто далекі від оптимальних значень. У кращому разі їхні показники лежать на межах гранично допустимих діапазонів. Це викликано тим, що на формування мікроклімату птахівничих приміщень впливають як зовнішні, так і внутрішні чинники. Під

зовнішніми чинниками зазвичай розуміють кліматичні умови тієї природної зони, в якій розташоване птахогосподарство. Від цього залежить кількість теплопритоків, які надходять у приміщення через дах та бічні стіни, а також за рахунок променистої енергії.

Формування мікроклімату птахівничих приміщень відбувається під дією зовнішніх та внутрішніх чинників. Для кількісної оцінки теплонадходжень у пташнику проведемо відповідний аналіз.

Оцінку теплонадходжень у птахівничому приміщенні визначимо на прикладі пташника, який розрахований на утримання в кліткових батареях 12000 курей-несучок. Середня маса одного птаха 1,6 кг. Габарити одноповерхового птахівничого приміщення, стіни якого виконані з цегли, показано на рис. 1.



*Рис. 1. Пташник*

Усі теплонадходження в птахівниче приміщення прийнято ділити на дві групи. До першої з них відносять постійні теплопритоки, які складаються з тепла, що виділяється птахом, людьми, які працюють у пташнику, джерелами штучного освітлення та технологічним обладнанням. Друга група теплонадходжень пов'язана з навколишнім середовищем, у якому розташоване приміщення, і визначається кількістю теплоти, що передається від навколишнього середовища приміщенню через його стіни та дах[4]. Крім того, враховують нагрівання приміщення від променистої енергії.

Розглянемо докладніше природу та кількісні характеристики постійних теплопритоків [1].

Фактори, що визначають кількість тепла, що виділяється людьми, різні. Першочергове значення мають стать, вік, маса та статура людини. Крім того, кількість цих тепловиділень залежить від чисельності людей, які перебувають у даному приміщенні, а також інтенсивності їхньої праці. Не менш важливими є такі чинники, як психічний стан людини, її одяг.

Формула для визначення теплонадходжень від людей має такий вигляд:

$$Q_{\text{л}} = \sum n \cdot q_{\text{л}},$$

де,  $n$  - кількісний склад людей у приміщенні;

$q_{\text{л}}$  - тепловиділення однієї людини, Вт. Її значення залежить від тяжкості роботи та температури повітря в приміщенні. Числові показники тепловиділень наводяться в довідниках та вказуються для чоловіків.

Що стосується жінок, то для них прийнято визначати тепловиділення в розмірі 80% від довідкових величин.

У загальному випадку тепловиділення від людей у птахівничому приміщенні становить не більше  $Q_{\text{л}} = 700 - 800$  Вт.

До другої групи постійних теплопритоків відносять тепло, що надходить у приміщення від технологічного обладнання, яке виникає в процесі переходу електричної енергії вентиляторів та інших технічних пристроїв у теплову. Вона залежить від установчої потужності розміщеного в пташнику обладнання та може бути знайдена зі співвідношення:

$$Q_t = 1000 \cdot N_{\text{уст}} \cdot \eta,$$

де,  $N_{\text{уст}}$  - сумарна номінальна потужність розташованого в пташнику технологічного обладнання, кВт;

$\eta$  - частка енергії, яка передається повітряному середовищу приміщення у вигляді тепла.

Для птахівничих приміщень прийнято вважати, що частка енергії, яка віддається з теплом  $\eta = 0,1-0,15$ . Тоді теплонадходження від технологічного обладнання  $Q_t = 3500-4000$  Вт.

Джерела штучного освітлення також виділяють деяку кількість тепла. Його можна визначити, користуючись формулою:

$$Q_{\text{осв}} = 1000 \cdot N_3 \cdot \beta_E,$$

де,  $N_3$  - загальна потужність усіх джерел освітлення, що перебувають у приміщенні, кВт;  $\beta_E$  - коефіцієнт, що характеризує кількість енергії від штучних джерел освітлення, яка переходить у теплову енергію,  $\beta_E = 0,7-0,9$ .  $Q_{\text{осв}} = 700-900$  Вт.

Основна частка теплоприпливів припадає саме на птицю, яку утримують у приміщенні. Для кількісної оцінки цієї енергії скористаємося формулою:

$$Q_{\text{пт}} = n \cdot P \cdot q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

де,  $n$  - кількість птахів у досліджуваному приміщенні;

$P$  - жива вага одного птаха, кг;

$q$  - питомі тепловиділення від одного птаха, Вт/кг;

$k_1$  - коефіцієнт поправки тепловиділень у нічний час,

$k_2$  - коефіцієнт, що враховує зміну внутрішньої температури в пташнику щодо оптимальної.

Для дорослої птиці

$$k_2^{\text{д}} = - 0,012 \cdot t \cdot 1,214,$$

для молодняка

$$k_2^{\text{м}} = - 0,013 \cdot t \cdot 1,3$$

$k_3$  - коефіцієнт, що враховує заповнення пташника,  $k_3 = 0,85-0,9$ .

У результаті розрахунку за наведеною вище формулою отримуємо, що тепловиділення від птиці для приміщення, що розглядається, перебувають у межах  $Q_{пт} = 117000-130000$  Вт.

Підсумовуючи всі постійні тепловиділення всередині птахівничого приміщення, робимо висновок, що при утриманні 12000 курей-несучок вони становлять 145000-165000 Вт.

Така кількість тепла вже менш ніж за годину нагріє повітря в приміщенні до значень, що у багато разів перевищують встановлені норми. До того ж загазованість приміщення до цього часу також вийде далеко за рамки гранично допустимих значень. Для нейтралізації подібних негативних явищ більшість птахівничих приміщень обладнано різними за типом та принципом роботи системами вентиляції.

Таким чином, зазначимо, що продуктивність птиці в межах комфортної зони близька до максимальних значень, тоді як теплоутворення та теплові втрати, пов'язані з життєдіяльністю птиці, мінімальні. Широта температурного діапазону багато в чому визначається віком птиці. Так само на її розміри впливає ступінь акліматизації та рівень годівлі.

**Висновки.** 1. Проведено оцінку теплонадходжень у птахівничому приміщенні.

2. Для нормалізації температурно-вологісних параметрів повітряного середовища птахівничих приміщень пропонується розглянути раціональні системи вентиляції.

#### **Список використаних джерел**

1. Горобець В.Г. Енергоефективна система підтримання мікроклімату у птахівничих приміщеннях: монографія. В.Г. Горобець В.І. Троханяк Київ. ЦП «Компринт», 2017. 193 с.

2. Війнен, П. Тепловий стрес - запобіжні заходи. П. Війнен. Тваринництво сьогодні. 2021. № 7. С. 48-51.

3. Гудима, С. Параметри, що вирішують усе. С.Гудима. Наше птахівництво. 2019. № 5. С. 28-29.

4. Кучерук М.Д. Санітарно-гігієнічні умови утримання птиці за органічного вирощування як чинник продуктивності. М.Д. Кучерук, Д.А. Засєкін, Р.О. Димко, О.А Щербина. Біоресурси і прородокористування України. 2017. Т.9, №5-6.

Павло НАВАЖАНЮК<sup>9</sup>,  
Студент 2-го курсу,  
Інженерно-технологічного факультету,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ЗНАЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ВИСІВУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** У комплексі технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур важливу роль займає процес посіву, від якості виконання якого суттєво залежить майбутня врожайність. Головним завданням розміщення насіння на полі є отримання максимальної врожайності при мінімальних витратах на обробіток культури. Тому, для забезпечення конкурентоспроможності виробленої продукції, все більшої актуальності набуває потреба у використанні техніко-технологічного забезпечення, яке б характеризувалося мінімізацією витрати насінневого матеріалу, та, водночас забезпечувало виконання посіву із дотриманням всіх агротехнічних норм.*

***Annotation.** In the complex of technological operations in the cultivation of agricultural crops, the process of sowing plays an important role, the quality of which significantly depends on the future yield. The main task of placing seeds in the field is to obtain the maximum yield with minimal costs for cultivating the crop. Therefore, in order to ensure the competitiveness of manufactured products, the need to use technical and technological support, which would be characterized by minimizing the consumption of seed material, and, at the same time, ensuring the implementation of sowing in compliance with all agrotechnical standards, is becoming more and more urgent.*

***Вступ.** Посів, в технології вирощування сільськогосподарських культур, займає провідне місце. Саме від посіву залежить більшою мірою ефективність технології. Головне завдання посіву полягає в оптимальному розміщенні насіння, що забезпечує отримання максимального врожаю. При цьому до посіву, як до технологічного процесу, пред'являються три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне розміщення їх по площі поля; закладення їх на певну (однакову) глибину. Мета посіву - створення оптимальної густоти стеблостою рослин, тобто забезпечення таких умов, при яких рівнозначні, але взаємозамінні фактори життєдіяльності агрофітоценозів (світло, тепло, волога, елементи мінерального живлення) були в рівній мірі доступні всім рослинним організмам. Від якості та своєчасності виконання операції посіву в значній мірі залежить формування агрофітоценозів на самих ранніх етапах органогенезу, що визначає подальший розвиток, формування структури та заданого морфологічного типу рослин, якості врожаю [8].*

---

<sup>9</sup>Науковий керівник: асистент Михайло Замрій кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці.



Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спосіб посіву насіння та схема їх розміщення впливають на основні технологічні прийоми, пов'язані з обробіткою ґрунту, посівом, доглядом за рослинами, та їх збиранням. В даний час широко використовуються сівалки точного висіву. Термін «точний посів», виник в 50-х рр, у зв'язку з появою висівних апаратів однозернового і групового дозування, що використовувалися для посіву кукурудзи та соняшнику. Незважаючи на те, що минуло чимало років з тих пір, дослідження даного способу посіву знаходяться на ранньому етапі. Однак не можна заперечувати успіхи в розвитку науки про посіви, в основі яких лежить розуміння геометрично точного розміщення насіння і рослин. Фахівці часто висловлюють думку про те, що з появою сучасних пристроїв, що забезпечують однозерновий висів, максимум можливого практично досягнуто і подальше підвищення якості посіву залежить тільки від якості висівання насіння. Таким чином, в пошуку формулювання точності посіву повинні бути відображені наступні вимоги: відповідне ставлення до основних завдань посіву; облік біологічних вимог і особливостей культур, сортів, гібридів; надання можливості для обґрунтування необхідних допусків на відхилення від вихідних параметрів; забезпечення порівняння результатів роботи різних висівних пристроїв [3, 7].

**Виклад основного матеріалу.** Втрати при посіві обумовлені припиненням висіву, відхиленнями середньої глибини загортання насіння та її рівномірності від настановних значень, рис. 1. При всіх інших рівних умовах (погодні умови, сорт культури, схожість насіння, термін посіву і т. д.) на врожайність просапних культур істотний вплив роблять важливі технічні і технологічні чинники, в тому числі просіви, коли частина площі поля, в результаті порушення висіву залишилася не засіяною [3, 7]. Відхилення глибини загортання насіння усувається додатковими налаштуванням посівного агрегату.



**Рис. 1. Характерні втрати при посіві технічних культур**

Просіви поділяються на суцільні просіви і мікро просіви. Суцільні просіви характеризуються відсутністю висіву одним або декількома висівними апаратами або всієї сівалкою під час руху агрегату. Просіви проявляються тільки після появи сходів. Також можливе усунення просівів при додаткових посівах, але рослини в цьому випадку відстають у розвитку від загальної маси і,

відповідно, втрачається врожайність. Просіви також виникають при механічних поломках, неправильному регулюванні, відсутності вакууму, відсутності насіння або склепінняутворенню в бункері, присутності сторонніх предметів в масі насіння, забиванні сошника ґрунтом і становить 1,5-4,5% від площі поля [6].

Мікро просіви - відсутність одного або декількох насінин на їх розрахунковому місці. Виявляються лише після появи сходів. Мікро просіви виникають при неправильному регулюванні, невідповідності розмірів осередків (отворів) в дисках з розміром насіння, частковому забиванні осередків (отворів), засміченості насіння, при наявності сторонніх предметів в масі насіння, недостатньому вакуумі, пробуксовці приводного колеса і складають 1,5-8% засіяної площі .

Двійники - дві, і більше насінин, розташованих в одному «гнізді» ґрунту (розрахунковому). При точному висіві кожен «двійник», в цілому, не отримує вологи і поживних речовин через зменшення площі живлення. У цьому випадку кожна рослина приблизно на 20-35% є меншою. Після появи сходів необхідно усунути одну рослину. Прополка ручна або механізована призводить до додаткових витрат. Кількість двійників при точному посіві до 4% [6].

Для зниження кількості двійників проводиться більш точне налаштування положення «знімача» двійників, при підготовці до посіву, в тому числі з урахуванням швидкості руху посівного агрегату.

Для підвищення якості посіву в останні роки ведуться дослідження і розробка пристроїв контролю процесу висіву, застосування яких дозволяє значно скоротити витрати праці, підвищити якість посіву і продуктивність машинно-тракторних агрегатів, а також дає можливість вивільнити для інших робіт велику кількість робітників, більш ефективно використовувати сучасні енергонасичені трактори та різко скоротити терміни проведення посівних робіт. Системи контролю просапних сівалок призначені для виконання поточного контролю за процесом технологічної операції посіву при роботі просапних сівалок точного висіву і своєчасного повідомлення про відхилення від заданих параметрів функціонування машино-тракторного агрегату [2].

Функціями системи контролю є збір інформації про роботу кожної посівної секції, відбір (фільтрація отриманих значень за встановленим критерієм), аналіз перебігу процесу, висновок на монітор (індикатор) поточної інформації про якість, швидкості руху та ін., а також повідомлень про порушення процесу висіву і місця порушення. Розробка технічних засобів поточного контролю виконання технологічного процесу висіву насіння і алгоритмів їх роботи проводиться на основі теоретичних досліджень принципів розміщення насіння і нових принципів формування агрофітоценозів, що дозволяють збільшити реалізацію біологічного потенціалу рослин [4, 8].

Автоматичний контроль роботи посівних машин є одним з основних резервів підвищення продуктивності праці, поліпшення якості посіву, а отже, і збільшення врожайності сільськогосподарських культур. Підтримка заданих параметрів процесу висіву є складним завданням з огляду на проявлення ряду випадкових факторів на посівний агрегат, обумовлених гетерогенністю

середовища і умовами роботи посівного агрегату. Це вимагає від оператора постійної підвищеної уваги, і дуже скоро викликає втому. В міру ускладнення конструкцій сівалок, збільшення ширини захвату і робочих швидкостей руху ці обставини посилюються на стільки, що контроль за протіканням технологічного процесу стає неефективним, а в деяких випадках і неможливим [1, 5].

Порушення процесу висіву призводять до непоправних втрат врожаю, додаткових витрат праці та коштів при висадці рослин на ділянках просіву або порушення якості висіву. За даними ННЦ ІМЕСГ використання засобів автоматичного контролю на посівних машинах знижує кількість просівів в 50 разів. Техніко-економічні розрахунки, проведені провідними вченими, показали зниження витрат праці на виконання посівів на 50% при виконанні висіву сівалкою Horsch Maestro CV, обладнане системою контролю на посіві буряків [6].

**Висновки.** Таким чином, автоматичний контроль роботи посівних машин є одним з основних резервів підвищення продуктивності праці, поліпшення якості посіву, а, отже, збільшення врожайності сільськогосподарських культур.

#### Список використаних джерел

1. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.

2. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спірін А. В. *Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб.* Вінниця: ВНАУ, 2020. 401 с.

3. Яропуд В.М., Дацюк Д.А. Шляхи удосконалення висівного апарату селекційної сівалки дрібно насінневих культур. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. №1(100). С. 152–162.

4. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.П. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О. 2015. 448 с.

5. Aliev E.B., Vandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.

6. Замрій М.А. Застосування сучасних мехатронних систем при посіві просапних культур. *Збірник студентських наукових праць "Сільськогосподарські науки"* 2021 № 1(1) С. 177-183.

7. Труханська О.О. Підвищення якісних показників процесу сівби просапних культур. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. №2(101). С. 124–134.

8. Мазур В.А., Гончарук І.В., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур. Вінниця : Нілан-ЛТД. 180 с.

Юрія МУРАВСЬКОГО<sup>10</sup>,  
студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ У СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

***Анотація.** Релейний захист надійно захищає електричну частину енергосистеми, автоматично усуваючи пошкодження та надзвичайні ситуації. Це ключова система, що гарантує надійний захист енергосистеми.*

*Важливу роль в забезпеченні надійності електромереж відіграє правильна настройка релейного захисту та протиаварійної автоматики, включаючи вибір правильних параметрів релейної апаратури.*

*Ускладнення умов роботи релейного захисту викликані зростанням навантажень, збільшенням протяжності ліній електропередач та високими вимогами до стійкості енергосистем. Це підвищує вимоги до швидкодії, чутливості та надійності системи.*

*Тому відбувається постійний процес розвитку та удосконалення техніки релейного захисту, спрямований на створення все більш сучасних та ефективних систем, які відповідають сучасним потребам енергетичної галузі.*

***Ключові слова:** релейний захист, силові трансформатори, електромеханічний захист.*

***Annotation.** Relay protection reliably safeguards the electrical part of the power system, automatically eliminating damage and emergencies. It is a crucial system that ensures the reliable protection of the power system.*

*Proper configuration of relay protection and emergency automation, including the selection of the correct parameters for relay equipment, plays a significant role in ensuring the reliability of electrical grids.*

*The complications in the operation of relay protection are caused by increasing loads, extending power transmission lines, and high demands for the stability of power systems. This raises requirements for speed, sensitivity, and reliability of the system.*

*Therefore, there is an ongoing process of development and improvement of relay protection technology aimed at creating increasingly modern and efficient systems that meet the contemporary needs of the energy industry.*

***Keywords:** relay protection, power transformers, electromechanical protection.*

***Вступ.** Надійність постачання електроенергії агропромисловим підприємствам в значній мірі залежить від стабільності електричної системи в цілому та, зокрема, від роботи силових трансформаторів (СТ) на підстанціях напруги 10/0,4 кВ. У сільському господарстві щорічно відмовляє близько 8-10%*

---

<sup>10</sup>Науковий керівник – асистент Чмих К.В. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СТ. Ця проблема пов'язана з особливостями роботи СТ на споживчих підстанціях, до яких включаються нерівномірне навантаження фаз, сезонні зміни у навантаженні, коливання температури навколишнього середовища, значна довжина ліній передачі електроенергії та економічні умови в країні, що призводять до вичерпання ресурсу майже 70% силового обладнання [1-4].

Незважаючи на те, що відсоток відмов силових трансформаторів на споживчих підстанціях в сільському господарстві є невеликим, відмова хоча б одного джерела електропостачання може призвести до серйозних економічних втрат через втрату виробництва та обслуговування десятків енергозабірних об'єктів [1].

Основні причини відмов СТ включають в себе короткі замикання в електричній мережі, перевантаження, атмосферні перенапруження, зниження якості трансформаторного масла під час експлуатації, погіршення умов охолодження та асиметрію у розподілі струмів навантаження.

Важливу роль у забезпеченні надійності відіграє розташування трансформаторних підстанцій на великій відстані від центрів обслуговування та їх розподілення на значних територіях. Треба враховувати, що значна кількість СТ на сільських споживчих підстанціях вже перевищила свій термін служби (25 років), і технічне оновлення відбувається дуже повільно через економічні обмеження [1-2].

Актуальність теми дослідження. З врахуванням наростаючої кількості відновлюваних джерел енергії та розповсюдження розумних мереж, дослідження роботи релейного захисту є важливим елементом забезпечення стабільності та ефективності сучасних електроенергетичних систем.

**Виклад основного матеріалу.** Як відомо, проблеми, пов'язані з надійністю силового електрообладнання, можна умовно розділити на два типи: конструкційні та експлуатаційні. До конструкційних дефектів окремих складових силових трансформаторів відносяться проблеми ізоляції провідників, недосконалість технологій виготовлення обмоток і недосконалість виробництва магнітопроводу. Вплив на конструкційну надійність не може бути виправлений споживачем, тому їм залишається тільки підвищувати рівень експлуатаційної надійності [2].

Надійність силових трансформаторів визначається надійністю їх обмоток, яка, у свою чергу, залежить від стану ізоляції провідникового матеріалу. Силкові трансформатори можуть містити певні дефекти виробництва на стадії виготовлення. Початкові дефекти технологічного походження під впливом експлуатаційних факторів можуть посилювати своє розв'язок з часом.

Однак важливу роль у розвитку процесів та пошкодженні ізоляції відіграють природні процеси старіння під впливом експлуатаційних факторів. Теплове старіння ізоляції є визначальним чинником загального зносу, який може викликати як місцеві дефекти в ізоляції обмоток, так і повне замикання обмоток та відмову силового трансформатора. Під час експлуатації силкові трансформатори піддаються різноманітним впливам експлуатаційного характеру [2-3].

У терміналі RET 670, функція диференціального захисту ідентифікується як PDIF (за ANSI - 87T) і включає два основних компонента: диференційний захист з гальмуванням і струмову відсічку. Щоб створити струмові ланцюги для диференціального захисту, необхідно підключити струми з усіх боків трансформатора (або автотрансформатора) до відповідного терміналу. З кожного боку може бути підведено струми від однієї або двох трифазних груп струму трансформатора.

Сигнали струмів зі сторін високої, середньої та низької напруги збираються на опорному боці та порівнюються в диференціальному захисті. Зазвичай як опорний бік для розрахунку первинних струмів вибирається сторона високої напруги трансформатора (або автотрансформатора), і її підключають до першого входу блоку підключення аналогових сигналів терміналу [3].

Розрахунок диференціального захисту для трансформатора (або автотрансформатора) включає такі етапи:

- Параметрування аналогових входів терміналу та трансформатора (або автотрансформатора), який об'єкт захисту.

- Перевірка наявності цифрового вирівнювання в плечах диференціального захисту.

- Впевненість у відповідності параметрів трансформаторів струму вимогам, що стосуються захисту.

- Розрахунок параметрів спрацювання диференціального захисту.

Для ефективного застосування диференційного захисту, що використовується в терміналі RET 670 (рис. 1), необхідно виконувати всі обчислення в первинних величинах. Це означає, що вам потрібно ввести необхідні дані в термінал, зокрема, у програмному забезпеченні РСМ 600 для аналогових входів. Серед цих даних важливі номінальні струми входів пристрою, параметри трансформаторів струму і напруги, а також параметри силового трансформатора (автотрансформатора), включаючи потужність, напруги на всіх сторонах (для розрахунку коефіцієнта трансформації трансформатора), номінальні струми і т.д. [2-3].



*Рис. 1. Термінал RET 670*

Важливо зауважити, що термінал може бути обладнаний до двох аналогових модулів типу TRM40 або TRM41, кожен з яких має 12 каналів аналогових входів.

Трансформатори струму, які утворюють плечі диференційного захисту, на кожній стороні силового трансформатора (автотрансформатора) повинні бути з'єднані за схемою «зірки».

Для кожного аналогового каналу за напругою задають параметри, згідно таблиці 1.

**Таблиця 1.**

**Перелік параметрів кіл за напругою терміналу RET 670**

Позначення параметру	Одиниця вимірювання	Діапазон зміни	Крок	За замовчуванням	Опис параметра
NAMECH	–	13 символів	–	–	Імя входу
VTsec	В	0,001 – 999,999	0,001	110,000	Номінальна вторинна напруга TV
VTprim	кВ	0,05 – 2000,00	0,05	400	Номінальна первинна напруга TV

У разі використання цифрового терміналу для захисту двообмоткового трансформатора з розщепленою обмоткою низької напруги (НН). У цьому випадку первинна обмотка відповідає високовольтній стороні (параметри з індексом W1), а розщеплені другорядні обмотки НН1 і НН2 відповідають низьковольтній стороні (параметри з індексом W2) і низьковольтній стороні (параметри з індексом W3) [3].

Якщо мова йде про захист автотрансформатора, то параметри задаються аналогічно, як для триобмоткового трансформатора. Параметри TconfigForW1 та TconfigForW2 вказують можливість приєднання одного чи двох трансформаторів струму з відповідної сторони трансформатора. Якщо силовий трансформатор приєднується до електричної схеми мережі через два вимикачі, то обрані значення TconfigForW1 (TconfigForW2) повинні бути "Yes". В протилежному випадку - "No".

Якщо в алгоритмі диференційного захисту передбачено використання інформації про РПН1, то змінній LocationOLTC1 присвоюється значення, що вказує, на якій обмотці трансформатора (автотрансформатора) розташований пристрій РПН - Winding1(W1), Winding1(W2) або Winding1(W3), що відповідає високовольтній стороні, низьковольтній стороні (СН) або низьковольтній стороні (НН). У випадку, коли інформацію про РПН1 не враховується, LocationOLTC1 встановлюється як "NotUsed".

За допомогою змінних LowTapPosOLTC1, RitedTapOLTC1 та HighTapPosOLTC1 встановлюють номери мінімальної, номінальної (відповідає номінальній напрузі) та максимальної відпайок РПН1.

Максимальне значення напруги на холостому ході визначається змінною TapHighVoltTC1 [3-4].

За допомогою параметра StepSizeOLTC1 в процентах від номінальної напруги задається величина одного кроку регулювання пристрою РПН1.

Аналогічно налаштовується інформація для другого пристрою РПН2, якщо він використовується. [4].

Для забезпечення нормальної роботи пристроїв РЗА повна похибка  $\varepsilon$  ТА в усталеному режимі не повинна перевищувати 10% за максимального струму під час зовнішнього к.з. В перехідних режимах к.з. відбувається насичення магнітопроводу ТА. Це призводить до спотворення форми кривої струму  $i$ , як наслідок, до збільшення повної похибки. Це в свою чергу приводить до збільшення струму небалансу диференційного захисту. Тому необхідно перевіряти трансформатори струму, що утворюють плечі диференційного захисту, на 10% похибку. Цю перевірку можна здійснити одним з наступних способів:

- за кривими граничних кратностей (КГК):  $k_{10} = f(z_1)$ ;
- за дійсними вольт-амперними характеристиками ТС;
- за паспортними даними ТС;
- за типовими кривими намагнічення матеріалу магнітопроводу ТС.

На практиці широкого застосування знайшов 1-й спосіб – за граничною кратністю первинного струму, коли повна похибка  $\varepsilon$  в усталеному режимі к.з. за заданого навантаження не повинна перевищувати 10%. Для перевірки ТА в схемах диференційного захисту приведено граничну кратність  $k'_{10}$  розраховують за виразом

$$k'_{10} = \frac{I_{\text{ТА.НОМ}} \cdot k_{10}}{I_{\text{Т.НОМ}}}, \quad (3.3)$$

де  $I_{\text{ТА.НОМ}}$  – номінальний первинний струм ТА;  $I_{\text{Т.НОМ}}$  – номінальний струм трансформатора(автотрансформатора) тієї сторони, де встановлений даний ТА;  $k_{10}$  – гранична кратність для заданого навантаження ТА.

Значення граничної кратності  $k_{10}$  для заданого навантаження ТА може бути розраховане за виразом

$$k_{10} = \frac{k_{10.\text{НОМ}} \cdot \sqrt{R_{\text{обм2}}^2 + 1,6 \cdot R_{\text{обм2}} \cdot z_{\text{нав.НОМ}} + z_{\text{нав.НОМ}}^2}}{R_{\text{обм2}} + R_{\text{нав}}}, \quad (3.4)$$

де  $k_{10.\text{НОМ}}$  – номінальне значення граничної кратності;  $R_{\text{обм2}}$  – опір вторинної обмотки ТА постійному струму;  $R_{\text{нав}}$  – активний опір навантаження вторинної обмотки ТА, визначається активним опором з'єднувальних проводів та активним опором вхідних аналогових кіл терміналу;  $z_{\text{нав.НОМ}}$  – значення номінального опору навантаження ТА за  $\cos(\varphi_{\text{НОМ}}) = 0,8$  визначається за виразом

$$z_{\text{нав.НОМ}} = \frac{S_{\text{нав.НОМ}}}{I_{2.\text{НОМ}}^2}, \quad (3.5)$$

Значення приведеної граничної кратності повинно задовольняти умові



$$k'_{10} \geq I_{\text{к.з.зовн.макс}^*} \quad (3.6)$$

де  $I_{\text{к.з.зовн.макс}^*}$  – відносний максимальний струм за розрахункового струму к.з., визначають як

$$I_{\text{к.з.зовн.макс}^*} = \frac{I_{\text{к.з.зовн.макс}}}{I_{\text{Т.НОМ}}}, \quad (3.7)$$

де  $I_{\text{к.з.зовн.макс}}$  – максимальний струм за розрахункового к.з. на відповідній стороні трансформатора (автотрансформатора), приймають струм під час зовнішнього к.з;  $I_{\text{Т.НОМ}}$  – номінальний струм трансформатора (автотрансформатора) відповідної сторони [4].

Для забезпечення потрібної швидкодії чутливого органу диференційного захисту в перехідних режимах під час пошкоджень в зоні захисту зі сторони ВН необхідно приймати  $k'_{10} \geq 30$ .

**Висновки.** Диференційний захист гарантує високу чутливість у випадках коротких замикань, коли кількість витків обмотки невелика. Унікальний і новаторський диференційний захист, який впроваджений у пристрої серії RET 650, використовує вимірювання симетричних компонентів, щоб забезпечити максимальну чутливість у випадках міжвиткових коротких замикань в обмотці.

Диференційний захист нульової послідовності призначений для додаткового захисту від коротких замикань на землю та виступає як доповнення до основного чутливого та швидкодіючого захисту від коротких замикань обмотки на землю. Щоб забезпечити додатковий рівень селективності, ця функція використовує орган спрямованості, який базується на вимірюванні струму нульової послідовності.

Відключення, спричинене сигналами від газового реле та датчиків температури, може бути виконане за допомогою дискретних входів пристрою серії RET 650. Ці дискретні входи володіють великою стійкістю до різних перешкод, щоб запобігти некоректним випадковим включенням, наприклад, у випадку розряду конденсаторів в системі постійного струму.

### Список використаних джерел

1. Панченко С. В., Блиндюк В. С., Баженов В. М. Релейний захист і автоматика. Навч. пос. Харків: УкрДУЗТ. 2020. Ч. 1. 250 с.
2. Релейний захист електроенергетичних систем: веб-сайт. URL: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/26643> (дата звернення 09.09.2023)
3. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем. Підручник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». 2013. 533 с.
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.

Дарина ПАВЛЮК<sup>11</sup>,  
Студентка 3 курсу,  
Інженерно-технологічного факультету,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## НАУКОВЦІ ЯКІ ЗМІНИЛИ ЖИТТЯ ЛЮДСТВА: ВИНИКНЕННЯ НАЙВІДОМІШИХ АВТОМОБІЛІВ В СВІТІ

***Анотація.** Ця тема розглядає важливу роль вчених та інженерів у розвитку автомобільної промисловості, яка мала суттєвий вплив на сучасне суспільство. Дослідження фокусується на ключових науковцях та інженерах, таких як Фердинанд Порше, Генрі Форд, та інші, які внесли революційні вклади у створення найвідоміших автомобільних брендів і моделей. Робота також розглядає технологічні досягнення та інновації, які дозволили створити автомобілі, що визначили сучасну транспортну систему та змінили спосіб, яким ми живемо і працюємо.*

***Annotation.** This topic examines the important role of scientists and engineers in the development of the automotive industry, which had a significant impact on modern society. The study focuses on key scientists and engineers such as Ferdinand Porsche, Henry Ford, and others who made revolutionary contributions to the creation of the most famous automobile brands and models. The work also looks at the technological advances and innovations that have enabled the cars that have defined the modern transport system and changed the way we live and work.*

***Вступ.** У минулому столітті людство стикнулося з великими технологічними змінами, які перетворили спосіб, яким ми живемо і переміщуємось. Однією з найбільших революцій у цьому контексті було створення автомобілів. Науковці та інженери відіграли визначну роль у цій трансформації, і їхні досягнення мали глибокий вплив на суспільство. Ця тема розглядає історію науковців, які стояли в основі створення найвідоміших автомобільних брендів та моделей, а також вивчає технологічні інновації, що дозволили автомобілям стати необхідною складовою сучасного життя. Давайте поглибимось у цей захоплюючий шлях розвитку автомобільної індустрії та вирушимо у подорож до життєвих інновацій, які змінили обличчя нашого світу.*

***Метою статті** є вивчення важливої ролі науковців та інженерів у створенні найвідоміших автомобільних брендів і моделей, а також розкриття технологічних досягнень, які лежать в основі розвитку автомобільної індустрії.*

*Для досягнення мети були поставлені такі завдання:*

*1. Вивчення життєвих та професійних досягнень вчених інженерів, які змінили історію автомобільного транспорту.*

---

<sup>11</sup>Науковий керівник: д.т.н., професор Анісімов В.Ф., кафедра агроінженерії та технічного сервісу.

2. Розкриття інноваційних технологій та досліджень, що стоять за створенням найвідоміших автомобілів.

Це дослідження спрямоване на розкриття історичних та технологічних аспектів становлення автомобілів як невід'ємної частини сучасного світу і відзначення внеску науковців у цей процес.

**Виклад основного змісту.** ФЕРДІНАНД ПОРШЕ. Фердінанд Порше народився 3 вересня 1875 року у богемському містечку Маферсдорфі. (рис. 1 а)). У 19 років закінчив технічну школу в Райхенбергу та переїхав до Відня, де влаштувався працювати в електротехнічну фірму. Тоді ж він починає захоплюватись конструюванням автомобілів, і вже у 1900 році отримує гран-прі на Паризькій всесвітній виставці за розробку електромобіля, який мав два електричних двигуна з потужністю в пів кінської сили на передніх колесах.

У 1906 році Порше запрошують очолити конструкторське бюро фірми Austro-Daimler, з 1923 року Daimler AG, а у 1931 в Штутгарті відкриває власне конструкторське бюро Porsche, та займається розробкою двигунів усіх типів, а також мотоциклів та автомобілів.

Незабаром на замовлення німецького уряду він розробляє три екземпляри машини Volksauto, яка повинна була коштувати не більше тисячі рейхсмарок, здатна перевозити мінімум чотирьох людей, витрачаючи на 100 кілометрів не більше 5 літрів пального, та розвивати швидкість як мінімум 80 км/год.

Саме ці розробки Порше стали пробразом знаменитого «Жука». (рис. 1 б)) Біографи та історики вважають, що навіть якщо б Фердінанд Порше розробив лише цю машину, його ім'я і тоді увійшло б у історію світової автомобільної промисловості.



а)



б)

*Рис. 1. Фото: а) – інженера, відомого винахідника Фердінанда Порше та б) – його винахід – знаменитий “Фольксваген Жук”.*

На рис. 1 а) представлено фото винахідника, на рис. 1 б) представлено його винаходу знаменитого “Жука”.

У 1938 році розпочалось будівництво державного підприємства, Volkswagenwerk, яке мало випускати автомобілі конструкції Порше. Однак до

початку Другої світової вдалось зібрати всього лише 210 малолітражок, а з початком війни завод мобілізували для виробництва військової автотехніки.

Під час другої світової війни Порше проектує важкий танк «Королівський тигр», самохідну гармату «Фердінанд».

В грудні 1945 його арештовують за справою, сфабрикованою французьким міністерством юстиції і тримають в ув'язненні 20 місяців. У той же час, завод, який в 1944 році постраждав від бомбардувань, був відбудований і вже через рік після закінчення війни з його конвеєрів зійшло 10 000 «жуків».

Повоєнні споживачі оцінили добротні та дешеві, хоча й невеличкі автомобілі, і «жуки», завоювавши спочатку Європу, заповнили весь світ. В 1955-ому їх вже було мільйон, в 1965-ому – 10 мільйонів, а 1972 року Volkswagen «жук» став найпопулярнішим авто планети.

За сорок років їх було випущено 20 мільйонів – абсолютний рекорд для однієї моделі, зафіксований в книзі рекордів Гінеса.

ГЕНРІ ФОРД ( рис. 2 а)). Від самого початку заснування своєї компанії Генрі Форд хотів виробляти масові автомобілі, котрі б мали простий дизайн та низьку вартість.



а)



б)

**Рис. 2. Фото: а) – конструктора автомобілів, засновника корпорації «Форд Мотор» Генрі Форда та б) – його знаменитий винахід – автомобіль “Ford” моделі “Т”**

У ті часи мало хто міг дозволити собі автомобіль. Всупереч цьому Форд прагнув «посадити світ на колеса» і тому намагався зробити автомобіль загальнодоступним.

У перші роки існування компанія «Ford», як і всі інші виробники того часу, збирала автомобілі виключно на замовлення. Автомобіль тоді буквально «будували»: спочатку механік та його бригада шукали і замовляли необхідні деталі, а потім бралися за поетапне збирання автомобіля, починаючи з шасі та несучої рами.

Першим кроком до автоматизації виробництва стало встановлення Фордом та його інженерами верстатів для виготовлення різноманітних автомобільних деталей. Також були розроблені нові методи збірки автомобільних вузлів, завдяки яким процес виробництва значно пришвидшився.

Намагаючись ще більше підвищити рівень продуктивності підприємства Генрі Форд йде далі. На його заводі у Детройті спробували реалізувати нову схему роботи шасі майбутніх автомобілів з'єднували міцним канатом та розставляли вздовж цієї лінії робітників, які займались поетапною збіркою автомобіля по мірі просування автомобільних шасі.

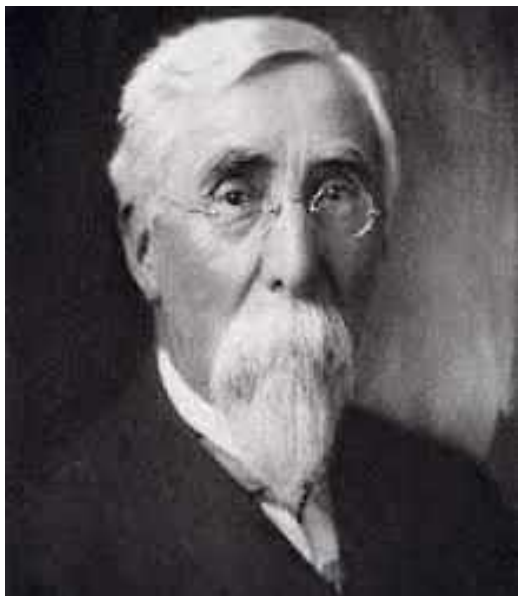
Щоб скоротити витрати на високооплачуваних спеціалістів, Генрі Форд стандартизував всі деталі.

Тепер їх могли збирати і некваліфіковані працівники. Завершальним кроком стало створення єдиного конвеєра, що проходив через велику кількість цехів, у яких поетапно збирався автомобіль. Окрім головного конвеєра, існували додаткові, які забезпечували подачу необхідних деталей у відповідні цехи.

Таким чином виробництво автомобіля «Ford» моделі «Т» (рис. 2 б)) досягло рекордного рівня – кожні 10 секунд з конвеєра сходив готовий автомобіль. Щорічно компанія Генрі Форда випускала 2 мільйона автомобілів моделі «Т», кожен з яких коштував всього 260 доларів.

Поява збирального конвеєра Форда стала початком індустріальної революції у цілому світі.

ГЕНРІ ЛЕЛАНД (рис. а) 3) Американська компанія Cadillac була заснована в 1902 році з ініціативи Генрі Леланда. Генрі Леланд працював механіком на зброярському заводі "Colt" в Спрінгвілі, потім механіком-конструктором на заводі Browne & Sharpe.



а)



б)

**Рис. 3. Фото: а) – американського інженера, винахідника і промисловця Генрі Леланда, засновника автомобільних компаній Cadillac і Lincoln та б) – його винахід – автомобіль “Cadillac” моделі “D”**

Після переїзду в Детройт він засновує свою фірму Leland and Faulconer, яка займається виготовленням автомобільних деталей. У 1902 році з допомогою Детройтської Автомобільної компанії він організовує Автомобільну компанію Cadillac (назва походить від прізвища засновника міста Детройта маркіза de la Mothe Cadillac).

Вже через кілька місяців на автомобільному шоу в Нью-Йорку 1903 року було представлено перший автомобіль Cadillac - модель А з одноциліндровим двигуном, що розвивав швидкість 50 км/год. Завдяки успіху моделі А компанія добре стартувала, а наступна модель D вивела Cadillac (рис. 3 б)) на позицію одного з лідерів автомобільного ринку США.

У 1908 році Генрі Леланд вводить на заводах практику виготовлення стандартних взаємозамінних деталей (до цього деталі хоча й були стандартними, але все ж підганялись індивідуально під кожен автомобіль).

В 1909 корпорація General Motors купує торгову марку Cadillac, однак президент корпорації Вільям С. Дюран, попросив Генрі Леланда залишитись керівником компанії Cadillac.

В 1910 році вперше починається випуск закритих авто, зручність таких моделей була високо оцінена водіями.

Ще одним винаходом, вартість якого важко переоцінити, був стартер, запропонований компанією Cadillac у 1912 році. Тепер процес експлуатації автомобіля став набагато простішим, адже відпала потреба заводити двигун за допомогою оберту корби. Також не менш важливий елемент, запроваджений Леландом – електричне освітлення.

На початку Першої світової війни Генрі Леланд покинув підприємство і заснував іншу, не менш відому компанію Lincoln Motor Company, яка займалась випуском авіаційних двигунів. У 1922 році її придбав Генрі Форд, після чого Генрі Леланд залишився без роботи. Помер він у 1932 році.



а)



б)

**Рис. 4. Фото: а) – бізнесмена, засновника фірми «Сітроен» Андре Сітроена б) – його винахід – позашляховик «Citroen B2»**

**АНДРЕ СІТРОЕН.** Андре Сітроен народився 5 лютого 1878 року у Парижі (рис. 4 а)). 1889-го року він вступає до Політехнічної школи, а після її закінчення починає працювати на підприємстві братів Естен, де виготовлялись деталі до паротягів. У 1908 році він став технічним директором автомобільного заводу «MORS»

Під час Першої світової війни він за рекордний термін налагоджує виробництво боєприпасів для французької армії.

Після війни Андре Сітроен спільно з конструктором Жульеном Саломоном починає випускати на своєму зброярському заводі автомобілі, названі згодом його ж іменем. Він побудував принцип виробництва за американським зразком, і прагнув перетворити авто із предмету розкошу у масовий товар. Першою моделлю стала «Citroen A» з об'ємом двигуна 1,3 л і потужністю 10 кінських сил, випущена 1919 році.

Кожного дня з конвеєра сходило по 100 автомобілів, це були небувалі обсяги для Європи. У 1921 році з конвеєра заводу Андре Сітроена сходить перший у історії автомобілебудування позашляховик «Citroen B2» (рис. 4 б)), із двигуном потужністю 20 кінських сил та напівгусеничною ходовою частиною.

З метою реклами Сітроен влаштовує автопробіг цих авто через пустелю Сахару, саме тоді її було вперше пройдено на автомобілі. В 30-их роках на іншій моделі, що була модифікацією B2, теж з напівгусеничною ходовою, було проведено автопробіг через всю Азію («Париж – Пекін»), а також пробіг через арктичну частину Канади.

Незважаючи на енергійність Сітроена та його нововведення, компанія зазнає банкрутства у 1934 році внаслідок світової економічної кризи. 60% акцій концерну «Citroen» купила компанія «Michelin». Андре Сітроен помер 17 березня 1935 року.

**ФРЕДЕРІК ЛАНЧЕСТЕР.** Фредерік Ланчестер (1868-1946) – один з найталановитіших британських конструкторів початку ХХ ст. (рис. 5 а)).



а)



б)

*Рис. 5. Фото: а) – англійського ерудита і інженера Фредеріка Ланчестера та б) – його винахід – відомий автомобіль “Jaguar” моделі “XK 150”*

У 1895 році, разом із братом Георгом заснував підприємство з випуску автомобілів, які завдяки великій кількості неординарних рішень відрізнялись безшумністю, надійністю та легкістю в керуванні.

За ці риси їх визнають основоположниками представницьких автомобілів вищого класу. Саме на них у 1903 році було вперше використано дискові гальма. Дискові гальма мали велику перевагу над поширеними у той час барабанними: вони краще охолоджувались і дозволяли інтенсивніше зупинити машину, були значно легші, що зменшувало масу автомобіля та позитивно відбивалось на його поведінці на дорозі.

Крім того, такий тип гальма надійно працював коли автомобіль потрапляв у дощ чи просто в'їжджав у калюжу.

Незважаючи на таку кількість переваг, цей винахід не відразу отримав належну оцінку. Дискові гальма спробували встановлювати лише на американських вантажівках та автобусах. Натомість, вони отримали визнання у авіації завдяки своїй термостійкості. Широко застосовувати у автомобілебудуванні їх почали із середини 50-х років.

Так у 1957 році «Jaguar» репрезентував двомісну спортивну модель «ХК 150», (рис. 5 б)) вперше в світі обладнану дисковими гальмами на всіх колесах.

НІЛЬС БОЛІН. Нільс Болін (рис. 6 а)) народився 24 серпня 1920 року у містечку Харносанд, що на півночі Швеції. В 1942 р. він почав працювати на авіаційному заводі «Saab», де брав участь у створенні всіх літаків компанії протягом 15 років.

Інженер, що мав спеціальну медичну освіту, Болін конструював крісла-катапульти для перших реактивних винищувачів. У 50-х роках компанія «Saab» почала освоювати виробництво своїх перших автомобілів.

У 1958 р. Болін приймає пропозицію Гунара Енгелау, президента «Volvo», перейти до його компанії у відділ, що займався питаннями автомобільної безпеки. Уже в серпні того ж року Нільс Болін запатентував трьохточковий пас безпеки, що кріпився у двох точках на центральній стійці кузова і прищипався за допомогою замкового пристрою до третьої точки з протилежного боку крісла.



а)



б)

**Рис. 6. Фото: а) – шведського інженера, винахідника Нільса Боліна та б) – його винахід – автомобіль «Volvo» моделі «PV544»**



Першими паси безпеки отримали Volvo моделей PV544 і P120 «Amazon». (рис. 6 б)). Невдовзі Нільсу Боліну довелось зайнятися й іншими елементами автомобіля. З досвіду експлуатації було з'ясовано, що людина може вислизнути з-під нижньої частини паса при лобовому зіткненні.

До 1969 року була розроблена конструкція крісла, яка не допускала прослизання тіла попід пасом – у каркасі крісла почали формувати жорсткіші валики під колінами водія.

У 90-х роках практично на всіх автомобілях світу встановлюють такі крісла. Розробники паса безпеки також звернули увагу на іншу проблему – жорстко прищипнутий водій відчував себе некомфортно. Тому у нижній точці кріплення було встановлено катушку з пружинним механізмом, на яку намотувалися залишки паса і він уже не провисав, а завжди щільно прилягав до тіла. Механізм катушки влаштований так, що при плавному русі пас вільно витягується, не заважаючи водію нахилитися та обертатися. Лише при різкому ривку (як буває під час аварії) катушка блокує пас. Ці паси стали називати інерційними. Помер Нільс Болін у 2002 році, саме в той день, коли його ім'я було вписане у американський Зал Слави Винахідників.

**Висновки.** Виникнення найвідоміших автомобілів у світі є яскравим прикладом того, як науковці можуть впливати на життя людства. Ця інновація внесла значний вклад у транспортну інфраструктуру та соціальний прогрес. Ось деякі висновки, які можна зробити щодо цієї теми:

1. Технологічний прорив: Винайдення автомобілів представляє собою вражаючий технологічний прорив. Велика кількість досліджень та розробок була вкладена в розвиток автомобільної промисловості, що змінило спосіб, яким ми пересуваємося і взаємодіємо з оточуючим світом.

2. Мобільність та зручність: Автомобілі перетворилися на важливу частину нашого щоденного життя, забезпечуючи нам мобільність та зручність. Вони дозволили нам подолати відстані швидше та більш комфортно, сприяючи економічному розвитку та розвитку міст.

3. Зменшення відстаней: Винайдення автомобілів сприяло зменшенню відстаней між різними регіонами і країнами. Це підтримало міжнародну торгівлю, культурний обмін і співпрацю, що вплинуло на геополітичну та економічну картину світу.

4. Забезпечення робочих місць: Автомобільна промисловість стала важливим джерелом зайнятості для мільйонів людей у всьому світі, включаючи інженерів, робітників і менеджерів. Це сприяло створенню багатьох робочих місць і підвищило життєвий рівень багатьох сімей.

5. Вплив на навколишнє середовище: Однак, важливо відзначити, що велика кількість автомобілів також призвела до екологічних проблем, таких як забруднення повітря та зміна клімату. Науковці зараз працюють над розвитком більш сталих та екологічно дружніх транспортних рішень.

У висновку, виникнення найвідоміших автомобілів в світі є важливою подією, що суттєво змінила життя людства. Ця інновація підкреслює важливий

внесок науковців у сучасний світ і важливість технологічних розв'язків у вирішенні складних глобальних завдань.

### Список використаних джерел

1. Фердінант Порше URL: [<https://calendate.com.ua/person/448>] (дата звернення: 29.06.2013)
2. Генрі Форд URL: [[https://www.autocentre.ua/ua/news/retro/kak – legkovoij – ford – stal – gruzovikom – rekordsmenom – 1252929.html](https://www.autocentre.ua/ua/news/retro/kak-legkovoij-ford-stal-gruzovikom-rekordsmenom-1252929.html)] (дата звернення: 27.07.2020)
3. Генрі Леланд URL: [[https://idaoffice.org/ru/posts/cadillac – one – of – the – worlds – oldest – car – brands – ru/](https://idaoffice.org/ru/posts/cadillac-one-of-the-worlds-oldest-car-brands-ru/)] (дата звернення: 18.11.2019)
4. Андре Сітроен URL: [[https://gazeta.ua/articles/avto/\\_5 – najcikavishih – faktiv – pro – zasnovnika – citroen/676508](https://gazeta.ua/articles/avto/_5-najcikavishih-faktiv-pro-zasnovnika-citroen/676508)] (дата звернення: 05.02.2016)
5. Нільс Болін URL:[<https://avtoclassika.com/volvo/>] (дата звернення: 23.10.2018)

**Ілля БЕРЕЗОВСЬКИЙ<sup>12</sup>,**  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ ПАЛИВА ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАДІЙНІСТЬ ДВИГУНІВ

*Анотація.* Ця стаття присвячена аналізу важливої проблеми в автомобільній індустрії - забрудненню палива та його впливу на надійність двигунів. У статті докладно розглядаються характеристики забруднення палива, такі як концентрація домішок, якість, температура зберігання тощо. Основний акцент робиться на різних види забруднень, таких як водяна розчинність, сірка, сажа, метан тощо, і їх впливі на роботу та надійність двигунів.

Стаття також досліджує наслідки забруднення палива для двигунів, зокрема зростання споживання пального, зменшення продуктивності, збільшення викидів шкідливих речовин та можливість пошкодження ключових компонентів двигуна, таких як форсунки, поршині, клапани тощо.

Крім того, стаття надає рекомендації щодо попередження забруднення палива та збереження надійності двигунів, включаючи регулярну обслуговування, використання якісного палива, застосування фільтрів для

---

<sup>12</sup>Науковий керівник - асистент Єленич А.П., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

очищення палива, інженерні рішення та стратегії, спрямовані на зниження впливу забруднення.

***Annotation.** This article is devoted to the analysis of an important problem in the automotive industry - fuel pollution and its impact on the reliability of engines. The article examines in detail the characteristics of fuel contamination, such as concentration of impurities, quality, storage temperature, etc. The main emphasis is on various types of contaminants such as water solubility, sulfur, soot, methane, etc., and their effect on engine performance and reliability.*

*The article also examines the effects of fuel pollution on engines, including increased fuel consumption, reduced performance, increased emissions, and the potential for damage to key engine components such as injectors, pistons, valves, etc.*

*In addition, the article provides recommendations for preventing fuel contamination and maintaining engine reliability, including regular maintenance, use of quality fuel, use of fuel filters, engineering solutions and strategies to reduce the impact of contamination.*

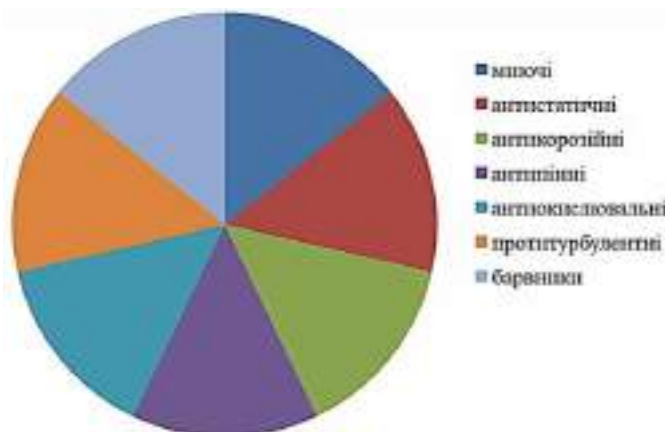
**Вступ.** Паливо є життєво важливим компонентом для працездатності будь-якого транспортного засобу. Від якості та чистоти палива залежить ефективність, продуктивність та, що найважливіше, надійність роботи двигуна. У світі, де автомобілі та інші механізми є необхідними для нашої повсякденної діяльності, розуміння впливу забруднення палива на роботу двигунів є критично важливим.

Ця стаття присвячена глибокому аналізу характеристик забруднення палива і їх важливості для надійності двигунів. Ми розглянемо різноманітні види забруднень, такі як водяна розчинність, сірка, сажа, метан та інші, та вивчимо, як вони впливають на функціонування двигуна.

**Виклад основного матеріалу.** Під час виробництва, транспортування та використання палива, в нього потрапляють різні частинки, які можуть перебувати у кристалічному, аморфному, рідкому чи газоподібному станах. Ці домішки можуть мати різні фізичні та хімічні властивості, а також можуть співпрацювати між собою, створюючи складні хімічні сполуки. Такі забруднення можуть включати будь-які частинки, що потрапляють в паливо, незалежно від їхньої структури, складу та концентрації, яка може значно варіюватися.

З цієї причини, актуальним стає питання зниження викидів шкідливих речовин, особливо твердих частинок, які становлять значну частку загальних викидів від транспортних двигунів [1]. Сучасні стандарти та технічні умови встановлюють максимально допустимі рівні забруднення дизельного палива, включаючи вміст сірки, який не повинен перевищувати 10 мг/кг для класу К5 та 350 мг/кг для класу К3. Загальне забруднення палива повинно бути менше або дорівнювати 24 мг/кг, а масова частка води - менше або дорівнювати 200 мг/кг. Важливо відзначити, що об'єм проби для аналізу становить 3 дм<sup>3</sup>, незалежно від обсягу палива, представленого для експертизи.

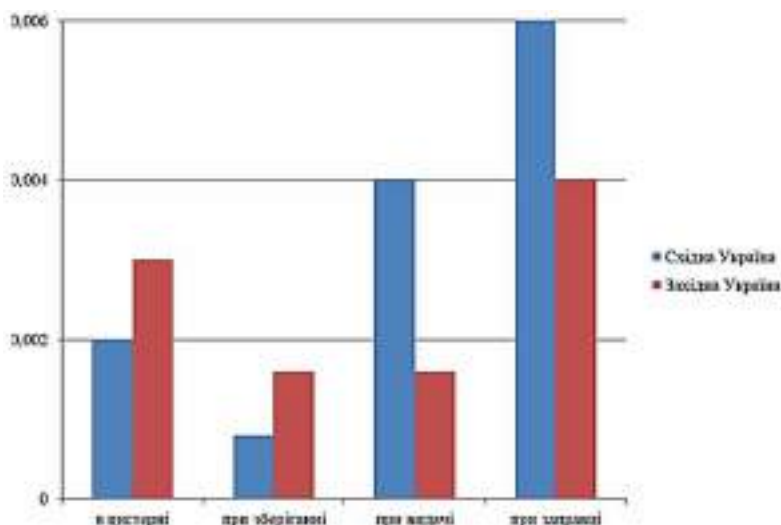
Існують різні методи оцінки рівня забруднення палива, які можуть виявити механічні забруднення в разі, якщо їхній вміст становить 0,005% і більше. Метод Діна-Старка, наприклад, дозволяє визначити кількість вільної води в паливі, якщо її концентрація перевищує 0,025%, в інших випадках виявляються сліди води в паливі. Крім того, у дизельному паливі часто використовуються присадки, які поліпшують його експлуатаційні характеристики. У дизельне паливо, як правило, вносяться присадки, що поліпшують його експлуатаційні властивості (рис.1.) [2].



**Рисунок 1.** Види присадок, що поліпшують властивості дизельного палива

При зберіганні та транспортуванні дизельного палива слід дотримуватися стандартів, зокрема ГОСТ 1510, і враховувати, що термін зберігання цього палива обмежений 1 роком. Протягом цього періоду присадки, які можуть бути додані до дизельного палива, повинні залишатися стабільними і не взаємодіяти хімічно з різними забрудненнями, які можуть накопичуватися під час транспортування та зберігання палива (рис. 2). Зазвичай такі забруднення не є нейтральними у відношенні до присадок.

Узагальнюючи, під час зберігання та транспортування дизельного палива важливо дотримуватися нормативів і стандартів, щоб забезпечити збереження якості палива та уникнути негативного впливу забруднень та хімічних реакцій на присадки.

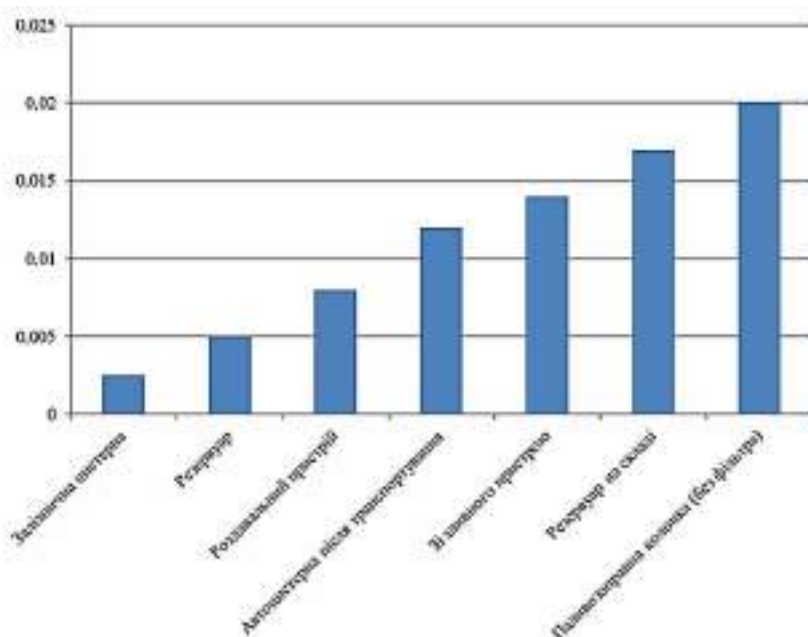


**Рисунок 2.** Забрудненість дизельного палива на складах АТП

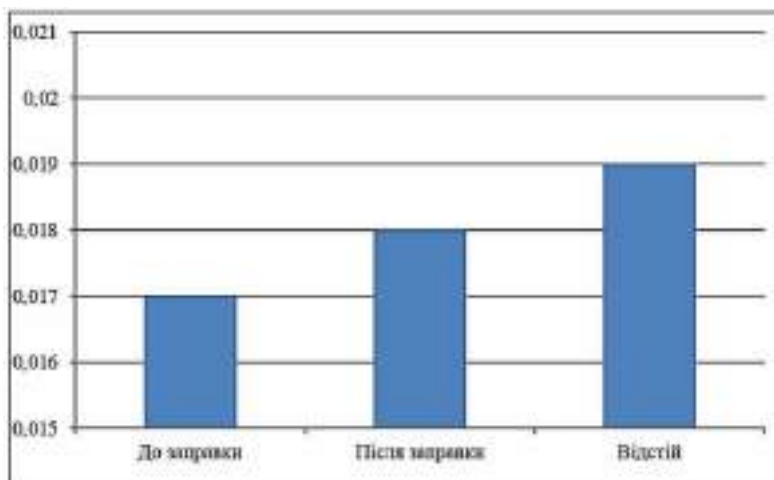
Важливо враховувати, що ступінь забрудненості палива в паливних баках транспортних засобів має пряму залежність від рівня пилу та загальної обстановки в експлуатаційному середовищі. Забрудненість палива може сягати значень від 200 до 400 грамів на 1 тону палива [3]. Якщо транспортний засіб використовується протягом п'яти років для робіт на будівництві, часто рухаючись по польових дорогах, то рівень забрудненості палива може збільшуватися до 1,5 разів.

У середній кліматичній зоні, особливо під час літа, коли відбуваються процеси транспортування, зберігання та заправки транспортних засобів, забрудненість палива набуває форми, яка представлена на рисунку 3. У паливних баках транспортних засобів ця забрудненість може мати вигляд, як показано на рисунку 4.

Отже, враховуючи залежність забрудненості палива від умов експлуатації та сезону, необхідно вживати заходів для збереження якості палива та запобігання забрудненню в транспортних баках.



*Рисунок 3. Накопичення забруднень (%)*

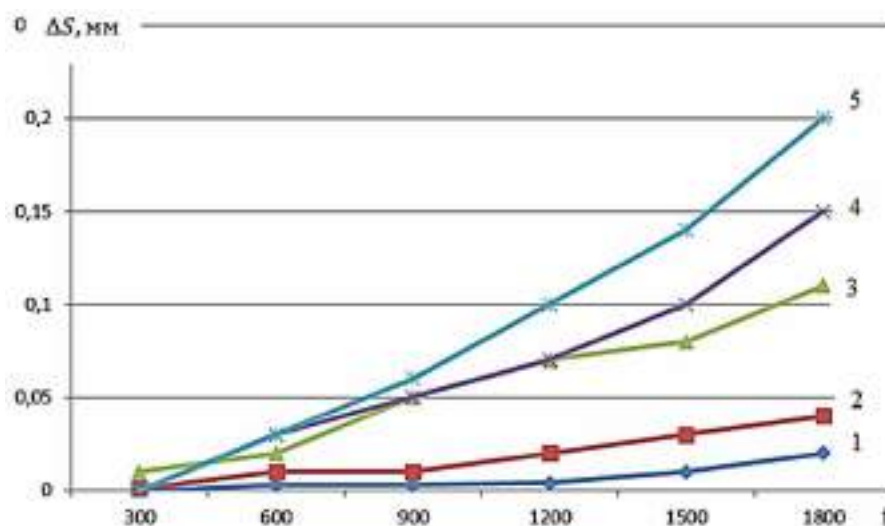


*Рисунок 4. Забрудненість палива в баках автомобіля (%)*

При змінах температури та вологості навколишнього середовища дизельне паливо може починати збирати вологу з повітря. Чим більша поверхня палива взаємодіє з оточуючим середовищем, тим більше парів води буде поглинуто. Унаслідок цього, пари можуть утворювати мікрокраплі у паливі, і якщо вони змішуються з паливом, то створюють водопаливну емульсію. Перехід води у вигляді мікрокрапель з діаметром 7...8 мікрметрів в емульсійний стан відбувається при зниженні температури палива, і коли ці мікрокраплі осідають на поверхні охолодженого пального, це вимагає підвищення температури, що ускладнює процес видалення води з палива.

У паливі розчинена вода зазвичай перебуває у вигляді окремих молекул, і ці молекули не взаємодіють з молекулами вуглеводнів до досягнення точки насичення. Отже, при зберіганні палива в ємностях на складах, транспортних цистернах і паливних баках транспортних засобів, обсяг води у паливі збільшується багато разів та перевищує встановлені стандартами норми. Це має негативний вплив на надійність елементів паливної системи та двигуна під час експлуатації.

Забруднення палива має найбільший негативний вплив на деталі, з'єднання і компоненти системи паливного обладнання. У разі виникнення несправностей в цій системі, зокрема в паливному насосі високого тиску та форсунках, витрати, пов'язані з усуненням таких проблем, можуть бути дуже великими і становити до 90% від усіх витрат на ремонт та обслуговування. Важливо враховувати, що відхилення потужності дизельного двигуна від його номінального значення в межах -7%...+5% вважаються критичними. Хоча зменшення потужності через зношення основних елементів, відповідальних за ресурс двигуна, зазвичай не перевищує 5%, основною причиною таких відмов є неправильна робота системи паливоподачі. Майже половина відмов, пов'язаних з системою паливоподачі, обумовлена забрудненістю палива.



**Рисунок 5.** Зношення верхньої зони циліндра ( $\Delta S$ ) в залежності від напрацювання ( $t$ ) при різному технічному стані паливної апаратури: 1 - нормальне регулювання паливної апаратури; 2 - жорсткість пружини форсунки зменшена на 40%; 3 - циклова подача палива збільшена на 22,5%; 4 - кут випередження початку подачі зменшений на 29%; 5 - результат спільної дії зазначених факторів.

Ненормальний стан та налаштування паливного обладнання суттєво погіршують надійність інших компонентів двигуна, прискорюючи процес їхнього зношення. На прикладі, поданим на рисунку 5, демонструється вплив технічного стану та регулювань системи паливоподачі на зношення верхньої частини циліндра дизельного двигуна внутрішнього згоряння [4].

Потрапляння забруднень безпосередньо в камеру згоряння пального призводить до серйозного зношування окремих деталей, особливо гільз. Робочі поверхні поршневих кілець зазвичай мають тверді та зносостійкі покриття (наприклад, хром або молібден), але тверді частинки забруднень можуть залишати подряпини на поверхні гільз. У процесі зношування ці подряпини можуть збільшуватися та навіть призводити до відколів та викришування робочої поверхні гільз. Це може призвести до зменшення стиснення палива, що в свою чергу знижує потужність дизеля і спричинює підвищення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Прецизійні компоненти, такі як нагнітальний клапан з гніздом, голка з конусом розпилювача форсунки і плунжер з втулкою, мають дуже точно оброблені поверхні. Втрати в точності та інтенсивність зношування цих деталей істотно збільшуються, коли абразивні частинки потрапляють в паливний насос високого тиску і форсунки. Це може призвести до погіршення процесу подачі палива і розпилення, що в свою чергу призводить до втрати стійкості роботи дизеля, погіршення його стартових і потужних характеристик, збільшення токсичності та димності вихлопних газів. Подальша експлуатація двигуна стає або дуже витратною, або взагалі неможливою.

Водопаливна емульсія та наявність води в паливі також ведуть до проблем. Наявність води може спричиняти утворення шламу, який забиває фільтри та канали паливопроводів, а також призводити до хімічної і електрохімічної корозії деталей паливної системи. Протікання палива через прецизійні деталі під час подачі спричиняє зношуванню. Кристалізація води при низьких температурах може призвести до руйнування фільтруючих елементів та призупинення подачі пального в двигун. Мікробіологічне забруднення дизельного палива можливе лише в присутності води і може призвести до погіршення якості палива та збільшення його токсичності [5]. Збільшення ступеня забрудненості дизельного палива під час експлуатації транспортних засобів призводить до ще більшого зношування деталей і вузлів двигуна, що відзначається не зворотніми змінами в його експлуатаційних характеристиках.

**Висновки.** У даній статті було проведено докладний аналіз проблеми забруднення палива в автомобільній індустрії та вивчено його вплив на надійність двигунів. В статті розглядалися різні аспекти забруднення, включаючи концентрацію домішок, якість палива, температуру зберігання та різні види забруднень, такі як сірка, сажа, водяна розчинність, метан і інші. Стаття наголошує на тому, що ці забруднення можуть матися серйозний вплив на роботу двигунів. У висновку можна сказати, що стаття добре розкриває проблему забруднення палива та його вплив на надійність двигунів, і надає важливі вказівки та рекомендації для автомобільних виробників і власників авто

щодо запобігання цій проблемі та підтримання оптимальної ефективності двигунів.

### Список використаних джерел

1. Бойченко, С. Пушак, А., Топільницький, П., Лейда, К. Моторні палива. Властивості та якість: Підручник. Київ: Центр навчальної літератури, 2017. 328 с.
2. Сандомирський М. Г. Трактори та автомобілі: навч. посіб. Ч. 1. Автотракторні двигуни / за ред. Лебедев. Київ: Вища школа, 2019. 356 с.
3. Сандомирський М.Г. Трактори та автомобілі. Ч.1. Автотракторні двигуни // Навчальний посібник / М.Г. Сандомирський, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев– Київ: Вища школа, 2020. 357с.
4. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / А.Ф. Головчука, В.Ф. Орлов, О.П. Строков; – Київ: Грамота, 2019. Кн.1: Трактори. 336 с.
5. Сандомирський М.Г., Бойко М.Ф., Лебедев А.Т. Трактори та автомобілі. Ч.1. Автотракторні двигуни // Навчальний посібник / М.Г. Сандомирський, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев і інш.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. Київ: Вища школа, 2021. 357 с.

**Андрій ПЛАТОНОВ<sup>13</sup>**,  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОГО ОРГАНУ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОЇ ОБРОБКИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

*Анотація.* Ця стаття присвячена проблемі удосконалення конструкції робочого органу культиватора з метою оптимізації процесу міжрядної обробки просапних культур. Вона досліджує інноваційні підходи та технологічні рішення для покращення продуктивності та ефективності сільськогосподарських робіт у вирощуванні просапних культур. Автор статті проводить аналіз існуючих конструкцій культиваторів та робочих органів, виявляє їхні переваги і недоліки. На основі отриманих результатів він пропонує новий підхід до конструювання робочого органу, який має потенціал підвищити якість обробки просапних культур, знизити витрати ресурсів та збільшити врожайність.

---

<sup>13</sup>Науковий керівник - асистент Єленич А.П. кафедри агроінженерії та технічного сервісу.



***Annotation.** This article is devoted to the problem of improving the design of the working body of the cultivator in order to optimize the inter-row processing of row crops. She researches innovative approaches and technological solutions to improve the productivity and efficiency of agricultural operations in the cultivation of row crops. The author of the article analyzes the existing designs of cultivators and working bodies, reveals their advantages and disadvantages. Based on the obtained results, he proposes a new approach to the construction of the working body, which has the potential to improve the quality of processing of row crops, reduce resource costs and increase productivity.*

**Вступ.** Однією з важливих операцій в рослинництві є знищення бур'янів. Раніше це робилося за допомогою пестицидів, які забруднювали навколишнє середовище. До того ж часом бур'яни “звикають” до внесеним щорічно препаратів і їх дія знижується. Тому зараз все більшої популярності набувають механізовані засоби знищення бур'янів.

Операція обробки ґрунту, яка виконується після посіву, це культивування культур. Використання такої техніки як проривний культиватор сприяє росту рослин, знищенню бур'янів і вспушуванню ґрунту.

Обробка міжрядь знищує кількість шкідливих комах, знищує бур'яни, змінює режим ґрунту, негативно впливаючи на розвиток яєць і личинок шкідників.

Створення вдосконаленої конструкції робочого органу культиватора для міжрядної обробки проривних культур стало гострою проблемою, від вирішення якої залежать економічні показники сільських господарств.

Аналіз умов роботи культиваторів показує, що найбільш сприятливими будуть конструкторські рішення, які забезпечать з'єднання існуючого обладнання з новими рішеннями.

Мета статті. Розробка робочого органу культиватора для міжрядної обробки проривних культур, конструктивні рішення якого забезпечують відокремлення бур'яну від обґрунтування, покращують умови для розвитку рослин, стають обґрунтованими, змінюють застосування гербіцидів і підвищують врожайність культури.

**Виклад основного матеріалу.** Сільське господарство є однією з основних галузей України, оскільки виробництво продуктів харчування – перша умова життя безпосередніх виробників. Водночас воно є сировинною базою легкої та харчової промисловості. Попит на сільськогосподарську продукцію постійно зростає, оскільки збільшується кількість населення, особливо міського. У сільському господарстві, як і в інших галузях суспільного виробництва, відбувається постійний розвиток і вдосконалення техніки і на цій основі зростає ефективність сільськогосподарської праці, що дає змогу з меншою кількістю робочої сили виробляти більше продукції.

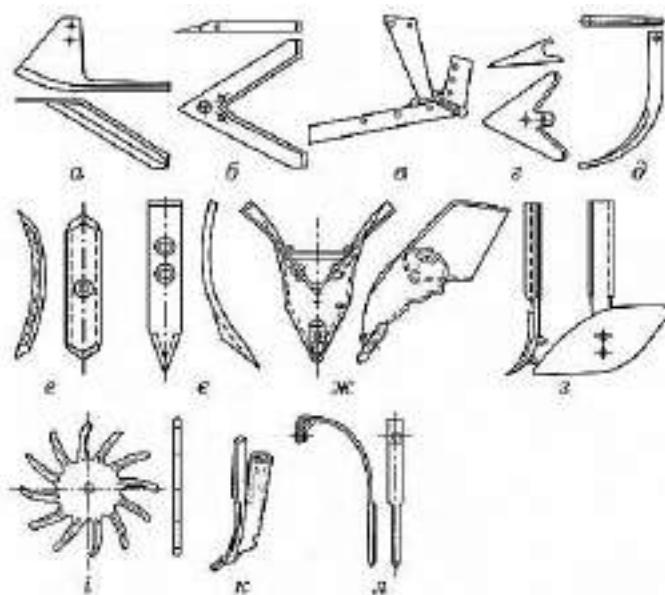
Майже 80% території нашої країни займають сільськогосподарські угіддя. Тому проблема обробки земель є дуже важливою, особливо на сучасному етапі розвитку держави.

Обробіток ґрунту - механічний вплив на нього робочими органами ґрунтообробних машин і знарядь, що забезпечують оптимальні умови для вирощування культур. При розпушенні знищуються бур'яни, змінюється загальна рихлість, збільшується пористість і аерація ґрунтів. Розпушування покращує водо- і повітроникність ґрунту, посилює мікробіологічну діяльність. Розпушують ґрунт в основному культиваторами з різними типами робочих органів (рис.1.).

В результаті ущільнення руйнуються брили, збільшується капілярна пористість, ґрунт швидше прогрівається. Покращуються умови догляду за посівами, обробіток по боротьбі з бур'янами і збирання врожаю. Також зменшуються нерівності поверхні.

У сільськогосподарську практику ввійшли такі технології, що передбачають скорочення числа і глибини обробітків міжрядь для просапних культур, поєднання технологічних операцій шляхом застосування комбінованих знарядь.

Ефект від поєднання технологічних операцій при міжрядній обробці просапних культур полягає в тому, що ґрунт менше ущільнюється і розпилується; підвищується його стійкість до ерозії, оптимально використовується час; поєднуються агротехнічні прийоми для боротьби з втратами ґрунтової вологи; скорочується споживання паливно – мастильних матеріалів, техніки, коштів, значно заощаджується робоча сила [4].



**Рис.1. Типи робочих органів культиваторів: а – одnobічна лапа; б – стрілочаста лапа без хвостовика; в – плоскорізальна лапа; г – стрілочаста універсальна лапа; д – долотоподібна лапа; е – розпушувальна оборотна лапа; є – списоподібна лапа; ж – підгортач; з – лапа полиця; и – голчастий диск; к – підживлювальний ніж; л – полольний зуб.**

Сучасне сільське господарство базується на механізованих технологіях і його ефективність значною мірою залежить від технічної оснащеності та рівня використаного технічного потенціалу господарств [1].

З вище наведеного можна зробити висновок, що покращення якості міжрядної обробки рослинницьких культур може значно збільшити врожайність. Технічний аспект цього завдання полягає в оптимізації конструкції робочого органу культиватора, який відокремлює бур'яни від ґрунту та створює сприятливі умови для росту культурних рослин. Це, в свою чергу, може сприяти зменшенню потреби в гербіцидах.

Аналіз проведених досліджень показує, що роботи з удосконалення конструкції робочого органу культиватора для поліпшення відокремлення бур'янів від ґрунту при міжрядній обробці просапних культур можуть бути спрямовані в наступних напрямках:

1. Використання наявних механічних засобів для боротьби з бур'янами.
2. Розробка додаткового пристрою, який підвищуватиме ефективність відокремлення бур'яну від ґрунту.
3. Інтеграція наявних механічних засобів із розробленим пристроєм без потреби у додаткових модифікаціях.

Вчені пропонують різні конструктивні рішення для досягнення цієї мети, але деякі існуючі робочі органи культиваторів, які використовуються для міжрядної обробки просапних культур, залишають бажати кращого у різних ґрунтових та кліматичних умовах. Такі робочі органи не завжди забезпечують належну якість обробки ґрунту, що може впливати на врожайність культурних рослин.[2].

Отже, вирішення проблеми покращення якості міжрядної обробки просапних культур через удосконалення конструкції робочого органу культиватора визначається кількома ключовими напрямками.

По-перше, важливо розглянути можливість використання існуючих механічних засобів для боротьби з бур'янами. Це може включати в себе вдосконалення форми і функціональності наявних елементів робочого органу для покращення їх ефективності у відокремленні бур'янів від ґрунту.

По-друге, слід розглянути можливість розробки додаткового пристрою, який буде спрямований на підвищення відокремлення бур'яну від ґрунту. Цей пристрій може включати в себе нові технології та інноваційні рішення, які сприятимуть поліпшенню процесу міжрядної обробки.

По-третє, дослідники також рекомендують розглядати можливість поєднання існуючих механічних засобів з розробленим пристроєм без необхідності значних модифікацій. Це може дозволити використовувати вже існуючу техніку та обладнання, але з покращеним робочим органом для досягнення більш ефективних результатів.

Усі ці напрямки вимагають подальших досліджень та інженерних розробок з метою забезпечення більш ефективного та економічно вигідного виробництва сільськогосподарських культур. Покращення робочого органу культиватора може вести до зменшення витрат на гербіциди, підвищення якості обробки ґрунту і, в кінцевому підсумку, збільшення врожайності.

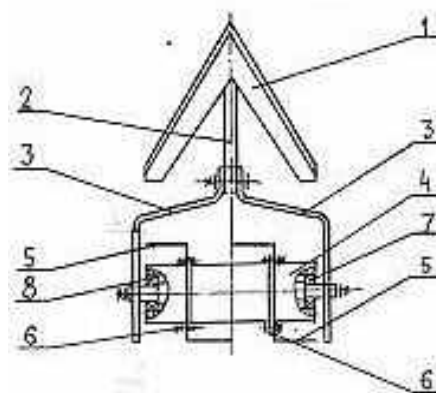
Також відомий робочий орган культиватора для міжрядної обробки просапних культур, в склад якого входять стійка з стрілчастою лапою, рухомий

кронштейн з розпушувачем. Однак застосування наведеного робочого органу культиватора нераціонально, тому що така конструкція не повністю обробляє весь діапазон ґрунтів і не поліпшуються умови підвищення врожайності культурних рослин [3].

В основу конструкції покладено рішення об'єднати стрілочасту лапу, що підрізає бур'ян, і механізм для відокремлення бур'яну від ґрунту. В склад конструкції входять стрілочаста лапа зі стійкою і рухомим кронштейном. На рухомому кронштейні встановлені валки із зубцями, при цьому валки виконані з можливістю обертання. Однак технологія виготовлення таких механізмів витратна, і не дозволяє використовувати їх в різних ґрунтово – кліматичних умовах. Винахідникам довелося вишукувати більш раціональну конструкцію.

Запропонований робочий орган культиватора (рис.2.), також містить закріплену на стрілочастій лапі 1 стійку 2 з рухомим кронштейном 3. На рухомому кронштейні 3 встановлений єдиний обертаючий валок 4 із змінними розпушуючими елементами різної форми 5. Єдиний обертаючий валок 4 із змінними розпушуючими елементами різної форми 5 обертається за допомогою підшипникових вузлів 7, 8.

Перед проведенням міжрядної обробки просапних культур встановлюють необхідну глибину ходу стрілочасті лапи 1. Переміщенням рухомого кронштейна 3, на якому встановлений єдиний обертаючий валок 4 із змінними розпушуючими елементами різної форми 5, вздовж стійки 2, встановлюють необхідну глибину розпушування ґрунту. Під час руху культиватора із заглибленими робочими органами стрілочаста лапа 1 підрізає пласт ґрунту із бур'яном на встановленій глибині, а рухомий єдиний обертаючий валок 4 із змінними розпушуючими елементами 5 розпушує пласт ґрунту і відокремлює від нього бур'ян.



*Рис.2. Запропонований робочий орган культиватора*

При обробці ґрунту у різних ґрунтово – кліматичних умовах застосовують відповідні по формі розпушуючі елементи.

Наведене рішення забезпечує встановлення на обертаючому валку змінних розпушуючих елементів різної форми відповідно до стану ґрунту.

Запропоноване обладнання забезпечує якісну обробку ґрунту у різних ґрунтово – кліматичних умовах не залежно від стану ґрунту і, як наслідок, забезпечує підвищення врожайності культурних рослин.

**Висновки.** Перспективними напрямом розвитку сільськогосподарської техніки для міжрядної обробки просапних культур є застосування конструкторських рішень, які направлені на вишукування раціональних конструкцій. Особливістю досліджень є те, що для вирішення проблеми боротьби з бур'янами діючі робочі органи культиватора додатково оснащені розробленими раціональними механізмами для відокремлення бур'яну від ґрунту. Також досягається зниження рівня засміченості бур'яном ґрунту, при цьому зменшується застосування гербіцидів і підвищується врожайність культурних рослин. За результатами випробувань встановлено рівень якості обробки просапних культур і поліпшення стану ґрунту. Результати, що отримані в ході роботи, є підґрунтями для розробки методики застосування у конструюванні і технології виготовлення сільськогосподарського обладнання для обробки ґрунту.

Отже, висновок полягає в тому, що розробка раціональних конструкцій сільськогосподарської техніки для міжрядної обробки просапних культур, спрямована на боротьбу з бур'янами та зменшення застосування гербіцидів, є важливим та перспективним напрямом у сільському господарстві. Ці дослідження не лише сприяють поліпшенню врожайності культур, але і допомагають зберегти якість ґрунту, що має важливе значення для сталого розвитку сільськогосподарського виробництва. Результати цих досліджень можуть бути використані при розробці нового сільськогосподарського обладнання, яке сприятиме підвищенню продуктивності та ефективності сільського господарства, а також сприяти збереженню навколишнього середовища завдяки зменшенню використання хімічних засобів захисту рослин.

### **Список використаних джерел**

1. Сільськогосподарські машини: Підручник / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Київ: "Аграрна освіта", 2015. 678с.
2. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спірін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.
3. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. Збірник наукових праць ВНАУ: 184 Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.
4. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.П. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О. 2015. 448 с.
5. Калетнік Г. М. Основні питання розвитку галузі механізації сільського господарства в Україні. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця. 2016. № 3 (95). С.6-13.

**Артем ПОРТЕЙ<sup>14</sup>,**  
бакалавр 4-го року навчання,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ПРИСТРОІВ ДЛЯ СОРТУВАННЯ КАРТОПЛІ**

***Анотація.** Картопля належить до найважливіших сільсько-господарських культур, що виробляються в усьому світі. Нині споживча актуальність картоплярства збільшується, отже, підвищити конкурентоспроможність та економічну ефективність виробництва картоплі можливо впровадженням прогресивних технологій, що супроводжуються високоефективним технологічним устаткуванням, адаптованим до господарських та ґрунтово-кліматичних умов. Обов'язковою вимогою до обладнання для поділу бульб на фракції є забезпечення точності сортування, зокрема, за несприятливих умов збирання та зберігання. Проблема вишукування та розробки робочих органів для універсальних сортувальних пристроїв і підвищення продуктивності та точності сортування бульб є актуальною.*

***Anotation.** Potatoes are among the most important crops produced worldwide. Today, the consumer relevance of potato growing is increasing, so it is possible to increase the competitiveness and economic efficiency of potato production by introducing advanced technologies accompanied by highly efficient technological equipment adapted to economic and soil and climatic conditions. A mandatory requirement for equipment for separating tubers into fractions is to ensure sorting accuracy, particularly under unfavorable harvesting and storage conditions. The problem of researching and developing working bodies for universal sorting devices and increasing the productivity and accuracy of tuber sorting is relevant.*

***Вступ.** Післязбиральна та передпосадкова доробка картоплі передбачає сепарацію ґрунтових та рослинних домішок, виділення дрібних та некондиційних бульб та сортування. Зазначені операції мають важливе технологічне значення для створення сприятливих умов під час зберігання за природної та активної вентиляції бульб, а також впливають на зниження загальних втрат картоплі в період зберігання, підвищення якості процесу сортування та товарної підготовки бульб [1, 2, 3, 6].*

*Домішки, у вигляді вільного ґрунту та рослинних решток, виділяють за допомогою спеціальних механізмів різних конструкцій. Ефективність процесу сепарації значною мірою визначають види, вологість та фізико-механічні властивості домішок, зокрема грудок ґрунту та рослинних решток, що надходять із картоплею. Нині застосовується кілька основних технологічних прийомів відокремлення домішок від картоплі, ефективність яких характеризується*

---

<sup>14</sup>Науковий керівник – асистент Волковський І.В., кафедра агроінженерії і технічного сервісу.

ступенем ушкодження бульб, продуктивністю пристроїв та повнотою виділення відповідного виду домішок [2, 6, 7].

Багато провідних фірм світу - англійські Downs, Vare-Grabers, Herbert, голландська - Miedema V.V., німецька - Grimme, APH Group (Нідерланди), Екко (Данія) та ін. - приділяють велику увагу розробці механічних сепараторів, які широко використовують під час післязбиральної доробки картоплі [1, 2, 3, 4].

**Виклад основного матеріалу.** Мета дослідження полягає в підвищенні технологічної ефективності сортувальних пристроїв, шляхом оптимізації параметрів та режимів роботи, що забезпечує підвищення продуктивності та точності сортування картоплі.

Ворох картоплі, що надходить на сортувальні пристрої, являє собою суміш бульб різних фракцій. Завдання сортування полягає в поділі бульб за розмірно-масовими характеристиками на фракції згідно з вимогами, що пред'являються до оброблюваної продукції.

Під час завантаження на зберігання в осінній період повного поділу на фракції зазвичай не передбачають, знижуючи тим самим пошкодження свіжозібраних бульб. У період зберігання або після проводять сортування бульб на фракції [1, 4, 6]. Для якісної підготовки посадкового матеріалу необхідно забезпечити максимально точне виділення насінневої фракції. Це дає змогу підвищити якість роботи посадкових машин, забезпечити рівномірність сходів та дозрівання бульб, а також забезпечити кращі умови для подальших технологічних процесів [1, 4].

Процес сортування картоплі різними механічними пристроями характеризується такими основними показниками: точність поділу бульб на фракції, питома продуктивність та ступінь пошкодження оброблюваного матеріалу [4, 5].

На ефективність процесу сортування картоплі значною мірою впливають розмірно-масові характеристики бульб, умови роботи та особливості конструкції робочих органів і сортувальних пристроїв загалом [5]. На відомих вітчизняних і зарубіжних сортуваннях поділ бульб на фракції здійснюється за розмірною ознакою на робочих органах з різними формами калібрувальних отворів.

Було встановлено, що для процесу сортування на механічних пристроях, бульбу картоплі необхідно характеризувати кількома лінійними розмірами: довжиною -  $l$ , шириною -  $b$ , товщиною -  $c$  та  $S$  - розміром, що визначається за залежністю

$$S = 0,708\sqrt{b^2 + c^2}.$$

Важливим показником, що характеризує якість роботи сортувальних пристроїв під час післязбиральної доробки картоплі, є точність поділу бульб. У разі поділу бульб за розмірними ознаками якість роботи сортувальної поверхні визначається теоретично можливою точністю сортування, яка залежить від сорту картоплі, розмірної ознаки для поділу, фракційного складу, а також конструктивних особливостей робочих органів.

Окремі ділянки сортувальної поверхні характеризуються дійсним коефіцієнтом точності сортування за кожною фракцією в (%), який визначається

$$T = 100m_i / m_{\phi i} , ,$$

де,  $m_i$  - маса бульб, що опинилися в даній фракції і відповідають її вимогам;  
 $m_{\phi i}$  - загальна маса бульб, виділених у кожную фракцію.

Здійснити рівномірну подачу картоплі на ділянку сортування можливо за безпосереднього переходу бульб із сепарувальної поверхні на сортувальну. Це може забезпечити комбінована робоча поверхня, що складається з послідовно розташованих сепарувальної та сортувальної ділянок, виконаних в одному пристрої [3, 5].

Використання в конструкції комбінованої поверхні однакових за конструкцією робочих органів для сепарації домішок та сортування бульб може бути більш перспективним напрямком.

Комбінування робочих поверхонь широко застосовують провідні іноземні фірми - англійські Downs, Vare-Grabers, Herbert, голландська - Miedema BV, німецька - Grimme та інші.

Наступним важливим показником роботи сортувальних пристроїв є продуктивність. Підвищити її можливо завдяки збільшенню подачі, ширини та довжини робочої поверхні або шляхом збільшення площі живого перерізу калібрувальних отворів

Продуктивність сортувального пристрою безпосередньо залежить від типу та конструкції робочих органів. За даними [1] використання в конструкції сортувальних пристроїв робочих органів активної дії, наприклад ротаційних, підвищує продуктивність порівняно з іншими типами робочих органів.

Сортувальні поверхні активної дії, утворені обертовими робочими органами - ротаційні, мають більшу інтенсивність сортування порівняно з іншими [3, 5].

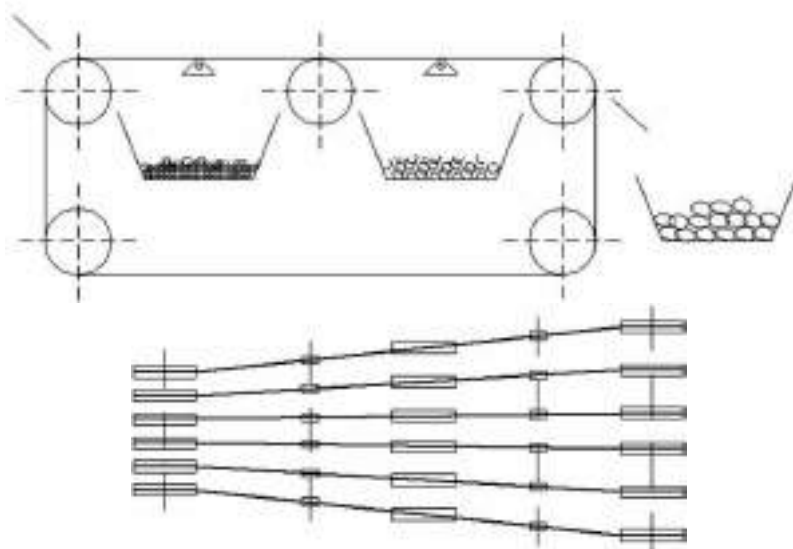
Особливу увагу під час сортування картоплі звертають на зниження рівня механічних пошкоджень бульб, особливо свіжозібраних.

Для зниження контактних ушкоджень бульб під час взаємодії з робочими органами сортувань та між собою, сприяє зменшення кількості механізмів та перепадів між ними, збільшення радіусу кривизни робочих органів, застосування захисних покриттів із полімерних матеріалів, гуми спеціальних марок, а також розробка робочих органів нових форм [5, 6]. З цієї позиції комбінування сепарувальних та сортувальних робочих поверхонь в одному пристрої унеможливорює додаткові механізми та забезпечує безпосередній перехід бульб із ділянки на ділянку, а також розробка нових форм робочих органів є перспективним напрямком.

Розглянемо основні робочі органи та пристрої, що застосовуються для сортування картоплі.

Сортування бульб за товщиною реалізовано в конструкції сортувального пристрою з ремінною робочою поверхнею з калібрувальними отворами щілинної довгастої форми (рис. 1) [3, 5].



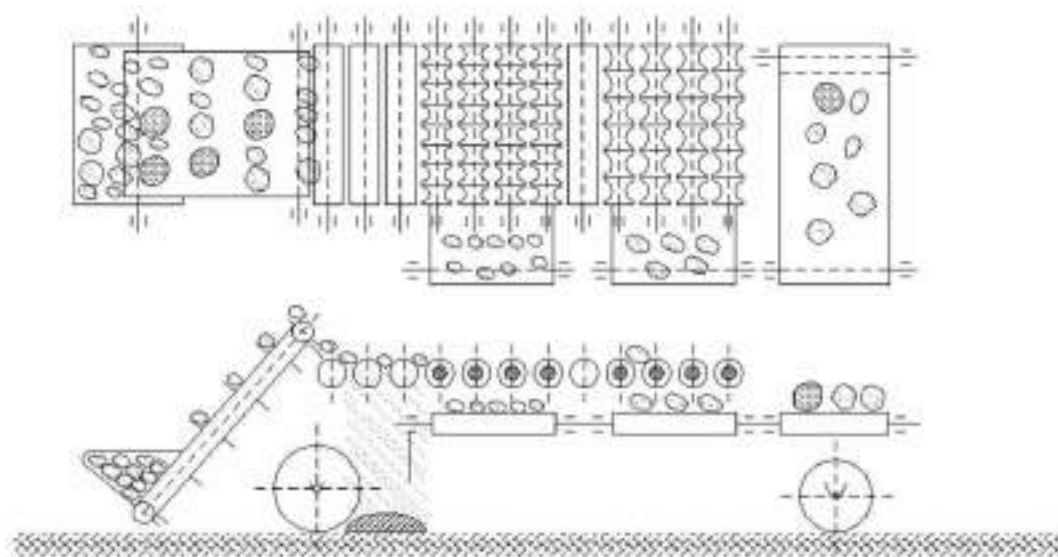


*Рис. 1. Сортувальний пристрій із ремінною робочою поверхнею.*

Під час сортування бульб у щілинні отвори на ремінному сортуванні можна отримати високі показники точності поділу на фракції до 90 % [7].

Для сортування бульб за шириною застосовують роликові робочі органи (рис. 2), що утворюють калібрувальні отвори переважно округлої форми [5, 7].

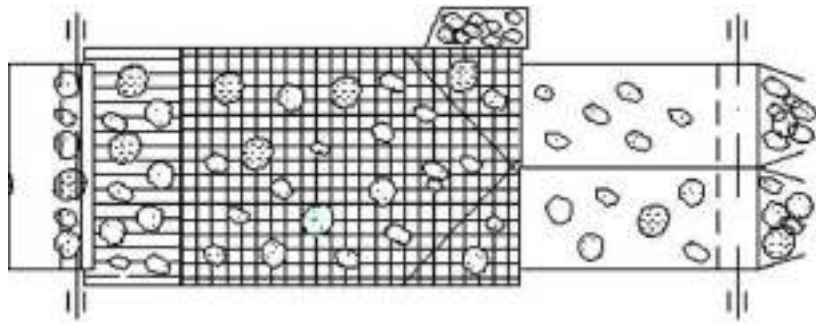
Роликові робочі органи отримали реалізацію, наприклад КСП - 15 Б, КСП - 15 В, КСП - 25, так і в обладнанні зарубіжних фірм: голландської - Miedema BV, німецької - Grimme тощо.



*Рис. 2. Сортувальний пристрій із роликовою робочою поверхнею*

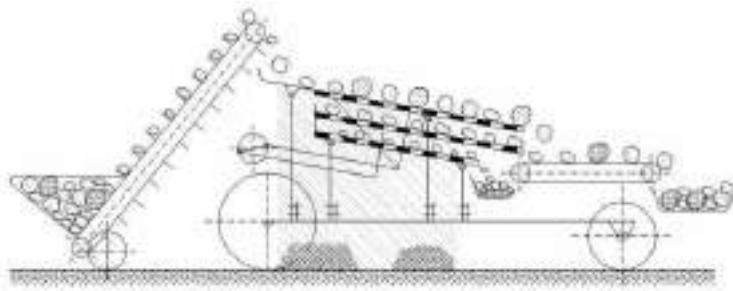
Для сортування за  $S$ -розміром використовуються сітчасті робочі органи. Вони утворені нескінченним сітчастим полотном із квадратними отворами, що мають фіксований розмір калібрувальних комірок (рис. 3).

Для інтенсифікації процесу сортування використовують струшувачі зі змінною амплітудою та частотою коливань.



*Рис. 3. Сортування із сітчастою робочою поверхнею*

Поділ бульб за  $S$ -розміром реалізовано також у сортуваннях грохотного типу. Найбільшого поширення набули сортування з паралельним (ярусним) розташуванням решіт (рис. 4), на яких здійснюється паралельне виділення фракцій.



*Рис. 4. Сортування грохотного типу*

Подібні сортування використовуються, зокрема, і за кордоном для сортування картоплі та цибулі.

Як видно з наведеного огляду, механічні сортувальні пристрої, що базуються на ознаці поділу - товщина, мають більший потенціал у реалізації принципу активного орієнтування сортованої продукції, порівняно із сортуванням, що ґрунтується на інших ознаках поділу.

Тому розробка й удосконалення сортування на основі універсальних роторно-пальцевих робочих органів, здатних виділяти домішки та сортувати бульби, є перспективним напрямом. При цьому необхідно витримати ощадний кінематичний режим робочих органів та відшукати нові конструктивні рішення щодо реалізації процесу активного орієнтування бульб, зокрема за рахунок поєднання обертального та вібраційного руху робочих органів.

**Висновки.** У результаті аналізу процесів та пристроїв для сепарації домішок і сортування бульб та узагальнення результатів досліджень визначено актуальний напрям розробки перспективних сепараторів ротаційного типу.

### **Список використаних джерел**

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник. / Д. Г. Войтюк та ін. Київ. НУБіП України. 2018. 736 с.
2. Пушка О.С., Войтік А.В, Кутковецька Т.О. Аналіз конструкцій і режимів роботи сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* Том 33 (72) №2. 2022. С. 7-11.

3. Синій С.В., Гевко Р.Б., Осуховський В.М. Новий малогабаритний комбайн для збирання картоплі. *Вісник Інженерної академії України*. Київ. 2012. Вип. 3–4. С. 72–76.

4. Марченко В., Гудзь М., Паар Й. Механізація та технології обробітку ґрунту. Київ. *Agroexpert*. 2019. 200 с.

5. Ткачук В.С. Дослідження технологічних параметрів ротаційно-вібраційного сепаратора картоплезбиральної машини. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь. ТДАТА. 2000. Т.15. Вип.2

6. Грушецький С.М., Підлісний В.В. Аналіз конструкцій та результати досліджень сепараторів картопляного вороху. *Сучасний рух науки: тези доп. VI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції журналу «WayScience»*. 4-5 квітня 2019 р. Дніпро. 2019. С. 274-282.

7. Hrushetsky S.M., Yaropud V.M., Duganets V.I., Duganets V.I., Pryshliak, V.L. Kurylo V.M. Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 59. № 3. P. 101-110.

**Denys VOLINSKIY<sup>15</sup>,**

4th year student,

Faculty of Engineering and Technology,

Vinnitsia National Agrarian University

Vinnitsia, Ukraine

## **OPTIMIZATION OF SELECTION OF THE MACHINERY PARK IN SUSTAINABLE AGRICULTURE**

**Annotation.** *A correct selection of the machinery park is vital for correct functioning of a farm. It is significant in sustainable farming where, except for economic factors, application of a suitable technique and technology in order to lead an effective production is crucial. The paper presents a method of designing a set of machines for a farm. The method was implemented in the computer application. A suitably selected, optimised machinery park enables a sustainable agricultural production and achievement of the desired economic, production and environmental effects. The application was practically verified and is used in teaching and farming practice.*

**Анотація.** *Правильний підбір машинного парку є життєво важливим для правильного функціонування ферми. Це важливо для сталого сільського господарства, де, крім економічних факторів, застосування відповідної техніки та технології для ефективного виробництва є вирішальним. У роботі представлено методіку проектування комплексу машин для ферми. Метод реалізовано в комп'ютерній програмі. Правильно підібраний, оптимізований парк*

---

<sup>15</sup>Academic supervisor: head of the department of agricultural engineering and technical service Gunko I.V.

*техніки забезпечує стале сільськогосподарське виробництво та досягнення бажаного економічного, виробничого та екологічного ефекту. Додаток пройшов практичну перевірку і використовується в навчальній та сільськогосподарській практиці.*

**Introduction.** Sustainable agriculture is a production method that enables a harmonious increase of production with minimization of negative impact on the environment [1].

A study concerning ecology and sustainable agriculture includes many research areas, technique and technology among others. However, the majority of studies focus on other issues, mainly related to maintenance of suitable soil conditions, water reserves, climatic changes issues or the use of renewable sources of energy. Scientific papers related to the impact of the work of agricultural machines are not popular. However, the use of relevant production technologies requires the use of the relevantly equipped machinery park. The quality of the performed work and thus the yield, soil degradation, as well as the impact on the farm surroundings depend on the type and technical condition of the owned machines and devices. [1]

An integral element of sustainable agriculture is intelligent farming. It consists, inter alia, on inclusion of informatics and informative technologies to a traditional concept of agriculture. As a result, machines and devices used by farmers are equipped with devices that enable precise performance of agricultural treatments and precise dosing of mineral fertilizers and crop protection substances. This all must take place with the application of information technologies (ITC). Contemporary intelligent farm uses, inter alia, the satellite technique, Internet of things, cloud computing, machine learning, elements of artificial intelligence, nanotechnology, and many other modern technologies. Intelligent technologies concern both plant and animal production, as well as the surrounding of a farm [2].

Production decisions taken by managers may be correct, only if they are based on thorough knowledge and present information. Modeling and optimization and farm management are difficult since the agricultural systems are usually dynamic, very heterogeneous, thus modeling is complex,

Decision processes in management of agricultural machines, except for decisions concerning current exploitation of machines include a decision on selection and collection of sets of machines of farms. In these cases, a key aspect is a need to undertake the best decisions to increase production, raise its quality and maintain suitable environmental conditions. A high participation of mechanization costs causes that a correct choice of the machines set and its relevant use that guarantee the lowest mechanization costs and thus the highest incomes from the rendered activity is significant [2].

When designing a machinery park of farms, many methods of designing are used, including indicator and coefficient methods, technological methods (including a peak method of uniform works) or the linear programming method. Research concerning the search for a rational selection method of machines for a single farm clearly shows the problem scale with which an owner will have to face when making

decisions concerning investing in the agricultural technology. Presently, even big farms often buy new machines not having in mind rational principles of their selection but under the impulse of an immediate need of purchase or present opportunities to make a purchase e.g., in the form of the possibilities of funding the purchase from outside funds. [2]

The studies show that principles of sustainable agriculture including a conservation tillage are applied mainly by big farms. Owners of farms merely comply with these principles [3].

Technological methods of selection of a machinery park in farms, although they have good results, are rarely used in practice. Producers and sellers of farm machines who want to sell their products, convince farmers to make a purchase often using simplified calculation methods. Such calculations of profitability are not always thorough, as a rule, they are based on simplified rates and cannot prove objective results.

Modified technological methods of peaks of uniform works were used for designing a machinery park of a farm. This method is based on production technologies, designed in the form of operational sheets. Operational sheets of plants include a set of agri-technical activities carried out for a specific plant along with determination of the date and the surface on which the activity is performed. In a classical approach, this method has some flaws. In the presented solution it was thus properly modified to better correspond to the requirements of calculations with the use of a computer technology. For the purposes of creation of software, operational sheets were modified adding a possibility of including technologies applied in animal production and additional activity carried out in a farm. For designing plant production it was assumed that agrotechnical activities are planned with a precision to one decade (i.e., 10 days). Such a precision is sufficient and is often used when planning field works. It enables assumption of the available time which includes a possibility of occurrence of unpredicted random events (60 available hours in a decade were assumed by default). The animal production has got a completely different specificity, thus technological sheets used here concern mainly activities that are carried out regularly (everyday) which include, inter alia: duration of activity or available time, multiplication (on how many days is the activity performed) and the period to which the sheet refers to (number of days, time limit). Another, the third type of the technological sheet enables determination in a simplified form, the time of work in particular decades of the year and is mainly used for general farming works (additional activity). Although, particular types of sheets are dedicated for specific production departments, during the verification of the method it was found out that there is a need to use various types of sheets in various production departments interchangeably. As a result, the method and the software provide for such an opportunity. [3]

It is assumed that the developed application has not only to enable calculation of the minimal required number of machines but also enable calculation of costs of their exploitation, expenditures of human work and calculation of a thermal balance of the entire farm and a detailed analysis of the results of calculations. The designed production technologies (operational sheets) enable estimation of the annual use of

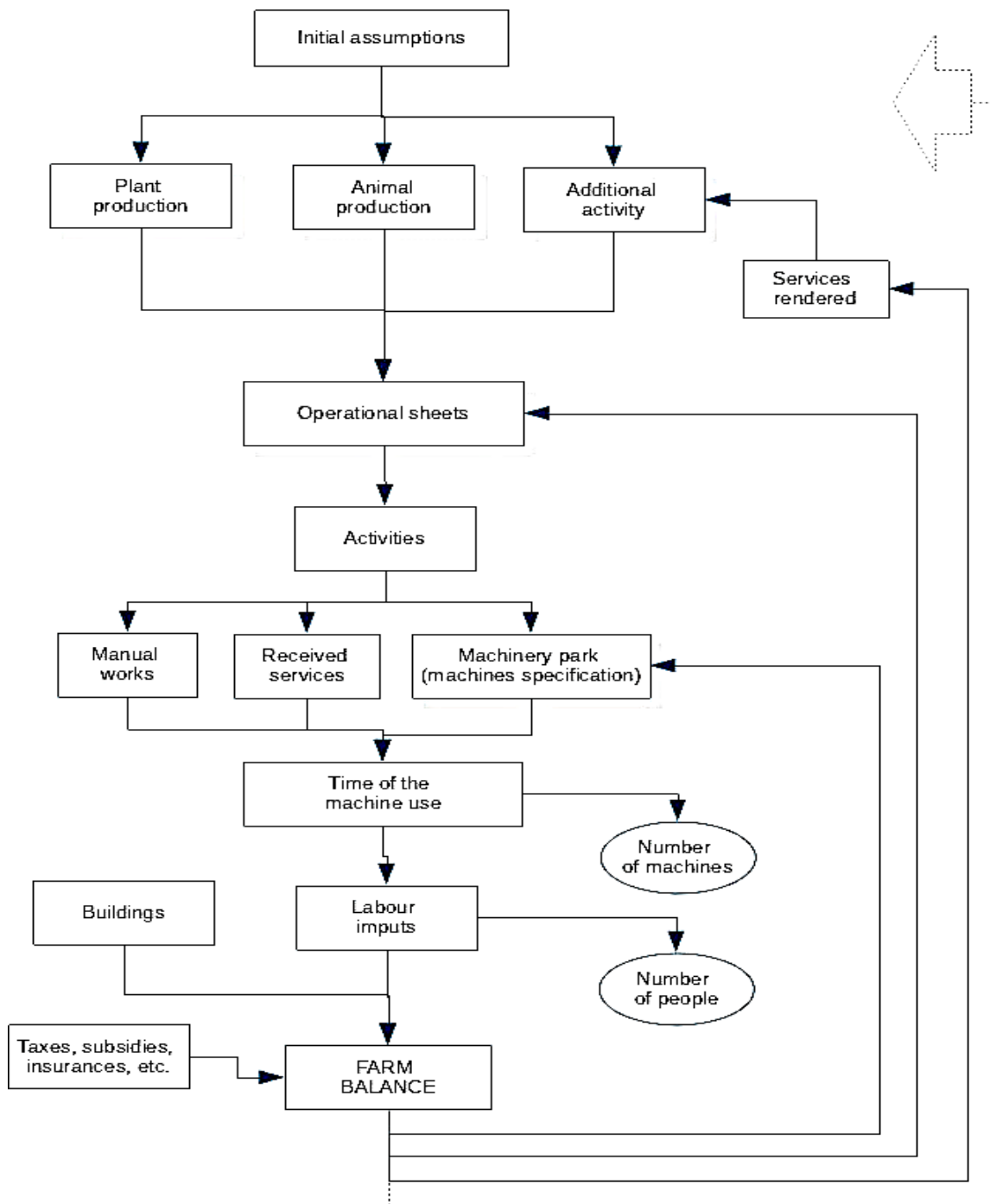
machines and this combined with the parameters of machines (such as e.g., price of a machine, unit fuel consumption, exploitation period of a machine etc.) enables calculation of particular elements of their costs. Collection of information on the performed production in the data base of OTR-7 program in combination with the calculated costs of mechanization enable calculation of the thermal balance of a farm according to the following Equation (1): Where PG means production obtained for particular plants (R), production of animal groups (Z) and additional production (D); NM stands for expenditures incurred on each crop (R), animal group (Z) and additional activity (D); KM stands for mechanization costs including costs of exploitation of particular tractors and agricultural machines and mechanization services; KB stands for costs of buildings and KI for additional costs that cannot be ordered to any production branch. Modelling consists of simplification of complex facilities and phenomena that take place in a real world to obtain a clear model which may be used for desired purposes (e.g., optimisation) [14]. One of the principles of sustainable agriculture is a rational use of the production means owned by a farmer to obtain a relevant income by a farmer. Relevant equipment with machines and farm tractors has a significant impact not only on the economic indicators but also on the impact on the natural environment, consumption of energy carriers, ergonomics of work and many others. The developed method and the computer program based on it are applied in the existing or formed new farms. Designing of new facilities and modernisation of the existing ones is possible to obtain better production results with keeping the set limitations. A simplified block scheme of a farm and the calculation method of the selected indicators used in the described method are presented in Fig. 1. [4]

$$f(x) = \left( \sum_{i=1}^n PG_{Ri} + \sum_{i=1}^n PG_{Zi} + \sum_{i=1}^n PG_{Di} \right) - \left( \sum_{i=1}^n NM_{Ri} + \sum_{i=1}^n NM_{Zi} + \sum_{i=1}^n NM_{Di} \right) - \sum_{i=1}^n KM_i - \sum_{i=1}^n KB_i - KI$$

The schematic representation is universal, covers entire farms and enables introduction of data of practically each existing or newly formed facility. The process of designing starts from introduction of general data (first assumptions) that characterize a designed facility. Another stage of designing the production. The program stipulates three production departments: plant, animal and additional activity (which may be a profitable activity but also general farming and cleaning activities etc.). Mechanization services that by increasing the use of machines and tractors significantly affect the mechanization costs were distinguished. [5]

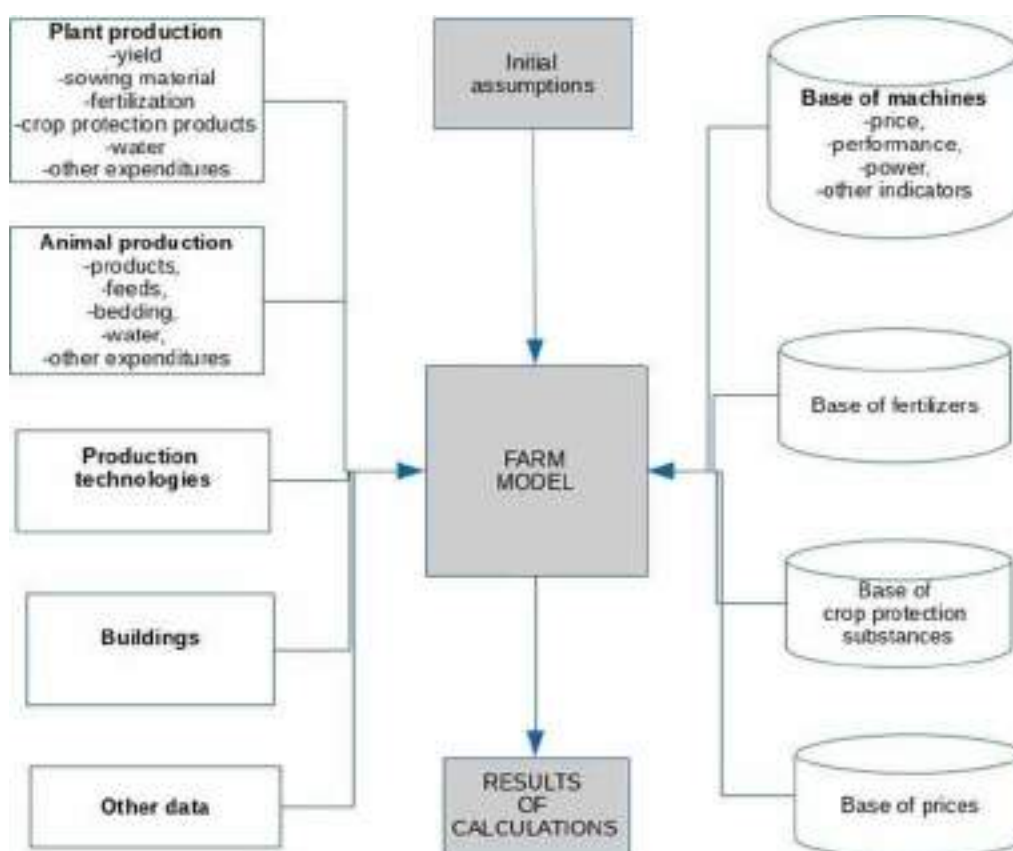
In case of production planning, it is necessary to determine plant crops (main and side) and material expenditures (sowing material, seedlings, fertilizers, crop protection substances, fodder, etc.). Another stage is planning the production technology in the form of operational sheets. In case of plants, the most often dates are agreed with a precision to one decade (10 days), in case of daily works in animal production, the daily time for a particular activity. There is also a possibility to determine the number of hours in particular period in the form of a mark-up—such

solution is good in planning general farming works and outside transport. Another step is determination of the method of performance of agrotechnical activities. Three methods of performance of works are expected: with own machine, through a service and manually (without machines). Respect for resources of the natural environment is an absolute condition that must be included in the process of designing. [5]



**Figure 1. Block scheme of a farm and the calculation method of selected indicators.**

Figure 2 presents the types of data that are provided to the model to obtain results of calculations. Data that are used in calculations may be introduced manually by the system user (left side of the diagram) or collected from relevant data bases (right side of the diagram).



*Figure 2. Types of data provided to a farm model.*

Further stages of calculations do not require any user's interference (on the diagram these are rectangles with a white background). Number of hours in given decades is calculated. On this basis, a minimum necessary number of machines and the number of people which must be employed in a farm is determined. After additional elements have been included, such as buildings and taxes,

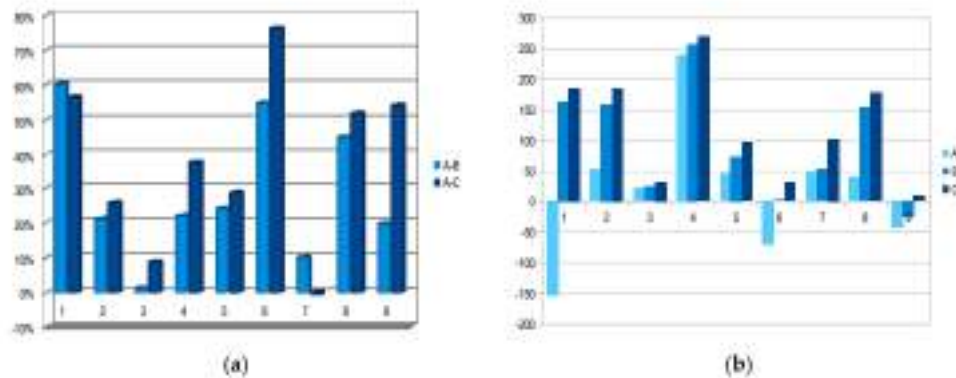
insurances, or subsidies it is possible to calculate a production balance in a farm. In case the result is unsatisfactory, returns to previous versions of the project and new calculation after corrections are possible. Feedbacks marked on the diagram show places to which one can return in order to correct data. [6]

A vast range of data causes that bases must be properly built. Presently, the following data bases are used in the model: database of machines and farm tractors, database of mineral and organic fertilizers, database of crop protection substances, database of products and production means. The use of information available in databases enables automation of calculation and a relevant capacity of the base enables the increase of the number of the analysed simulation results.

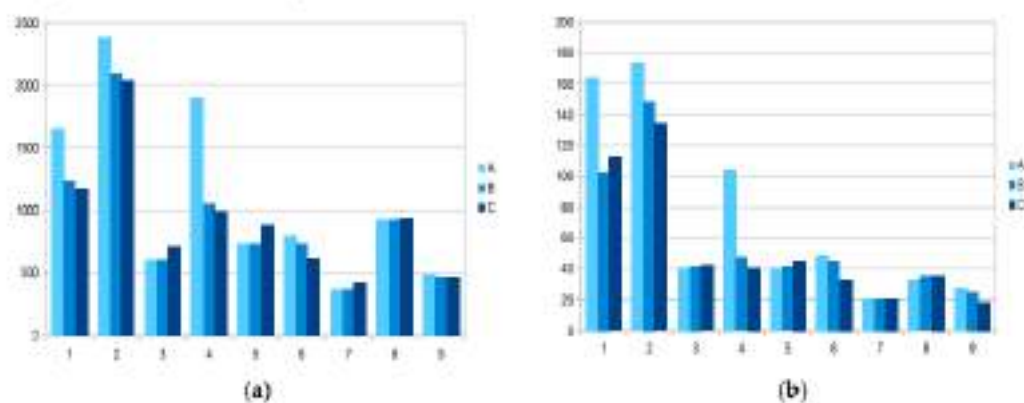
Exemplary results of simulation made on nine objects are presented in Figures 5–7. Simulations were made for agricultural farms with a varied surface area. Farms were characterised with a varied structure of sowing. As a result, equipment with farm tractors and machines also differed. The surface area of the analysed objects was respectively 150 ha in model 1; 120 ha in model 2; 90 ha in model 3; 60 ha in model 4 and 30 ha in models 5–9. The presented results of analyses concern three versions of the farm project. Each subsequent version of the project is better than the previous one. The diagram also shows a percentage decrease of the mechanization costs in further



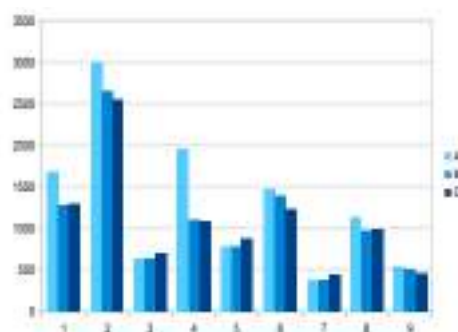
versions (a change from version A to B and from version A to C) and the income of a farm (in thousand PLN). The base project (version A) not always was profitable. In some cases, a positive balance could not have been achieved with the use of only own machines (version B). Introduction of possibilities of rendering mechanization services included in version C. In case of students' machine sets were designed in such a manner. One may notice, a considerable divergence of the calculated indexes in farms with the same surface area (30 ha—models from 5 to 9), which is confirmed by the fact that amount of the income is determined only by the farm area. The manner of managing the farm mainly influences the effects of farming. [7]



**Figure 5. Results of simulation of the selected farms: (a) Percentage reduction of the costs of exploitation of machines (comparison of version A and B and A and C); (b) income of a farm in thousand PLN in particular versions of the project.**



**Figure 6. Results of simulation of selected farms: (a) Annual use of tractors in hours; (b) annual fuel cost in K PLN in particular versions of the project.**



**Figure 7. Results of simulation of selected farms. Labour inputs in particular versions of the project in man-hour.**

**Conclusion.** Therefore, using plant cultivation, you need to understand well what units are needed for its collection and sowing. After all, Ukraine is an agrarian country, and who does not need to understand this matter well.

### Список використаних джерел

1. Янкер Я., Манн С., Ріст С. Що таке стійке сільське господарство? Критичний аналіз міжнародного політичного дискурсу. Сталий розвиток. 2018. т. 10, С. 47-50..

2. Дубей П. К., Сінгх Г. С. Абхілаш, ПК Сільське господарство в умовах зміни клімату. У адаптивній сільськогосподарській практиці: формування стійкості в умовах зміни клімату; Springer International Publishing AG: Cham, Швейцарія. 2020; С. 1–10.

3. Велтен С. Левентон Дж., Ягер Н., Ньюіг Дж. Що таке стійке сільське господарство? Систематичний огляд. Стійкість. 2015. т. 7, С. 10-18.

4. Генг Г. К. Дослідження та застосування цифрових технологій проектування та виробництва сільськогосподарської техніки. *Agro. Food. Ind. Hi-Tech.* 2017. т. 28, С. 28-30.

5. Ніту М., Матаче М., Владут В., Кісс І. Дослідження з оптимізації робочого процесу машин, що використовуються для обробки польових культур. В 15-й Міжнародній науково-практичній конференції: Інженерія для розвитку сільських територій; Малиновська, Л., Осадчук, В., ред.; Латвійський сільськогосподарський університет: Єлгава, Латвія. 2016. С. 832–838.

6. Ван Вуурен Д.П., Штехфест Е., Гернаат Д.Е., Доельман Д.К., Берг М.В.Д., Хармсен М., Де Бур Х.С., Бувман Л.Ф., Дайоглу В., Еделенбош О.Я. та ін. Енергетика, землекористування та траєкторії викидів парникових газів в рамках парадигми зеленого зростання. *Glob. Environ. Chang.* 2017. т. 42, С. 237–250

7. D'Odorico P., Davis K.F., Rosa L., Carr J.A., Chiarelli D., Dell'Angelo J., Gephart J., Macdonald G.K., Seekell D.A., Suweis S., та ін. Глобальний зв'язок між продовольством, енергією та водою. *Rev. Geophys.* 2018. т. 56, С. 456–531

### REFERENCES

1. Janker J., Mann S., Rist S. What is Sustainable Agriculture? Critical Analysis of the International Political Discourse. *Sustainability.* 2018. Vol. 10, P.47-50.

2. Dubey P.K., Singh G.S., Abhilash P.C. Agriculture in a Changing Climate. In *Adaptive Agricultural Practices: Building Resilience in a Changing Climate*; Springer International Publishing AG: Cham, Switzerland. 2020. P. 1–10.

3. Velten S., Leventon J., Jager, N., Newig, J. What Is Sustainable Agriculture? A *Systematic Review.* *Sustainability.* 2015, Vol. 7, P. 10-18.

4. Geng G. K. Research and application of digital design and manufacturing technology of agricultural machinery. *Agro. Food. Ind. Hi-Tech.* 2017. Vol. 28, P. 28-30.

5. Nitu M., Matache M., Vladut V., Kiss I. Researches in Optimizing the Working Process of Machinery Used for Treatment of Field Crops. In *15th International*

*Scientific Conference: Engineering for Rural Development*; Malinovska L., Osadcuks V., Eds., Latvia University of Agriculture: Jelgava, Latvia. 2016. P. 832–838.

6. Van Vuuren D.P., Stehfest E., Gernaat D.E., Doelman J.C., Berg M.V.D., Harmsen M., De Boer H.S., Bouwman, L.F., Daioglou, V.; Edelenbosch, O.Y.; et al. Energy, land-use and greenhouse gas emissions trajectories under a green growth paradigm. *Glob. Environ. Chang.* 2017. Vol 42, P. 237–250.

7. D'Odorico P., Davis K.F., Rosa L., Carr J.A., Chiarelli D., Dell'Angelo J., Gephart, J., Macdonald G.K., Seekell D.A., Suweis S., et al. The Global Food-Energy-Water Nexus. *Rev. Geophys.* 2018. Vol. 56, P. 456–531

**Владислав ХРИЩЕНЮК<sup>16</sup>**,  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ ТА В УКРАЇНІ**

***Анотація.** Застосування безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві має величезний потенціал і з кожним роком інтерес до їхнього використання зростає насамперед при реалізації завдань точного землеробства.*

*Метою статті є вивчення нормативно-правової бази та умов використання безпілотних літальних апаратів в країнах Європи та в Україні.*

*Нормативно-правова база та умови використання безпілотних літальних апаратів в країнах Європи та в Україні різні. Так у Європі польоти БПЛА регламентуються різними нормативними актами, правилами, документами, положеннями та сертифікатами. Безумовно, слід пам'ятати, що на користувачів БПЛА покладається додатковий обов'язок експлуатувати апарат з передбачуваною безпечністю для об'єктів та людей. Серед умов обмеження використання БПЛА є: маса безпілотників, висота польоту, відстань польоту від оператора, віковий ценз пілота, наявність ліцензії чи термін дії сертифікату тощо. Щодо України, то використання БПЛА в умовах війни обмежене і потребує отримання дозволу. Рішення щодо можливості використання повітряного простору безпілотними повітряними суднами в конкретній області ухвалює Генеральний штаб Збройних Сил України. Для можливості забезпечення належного використання безпілотних повітряних суден у сільському господарстві суб'єктам господарювання необхідно звернутися до відповідної обласної військової адміністрації на предмет можливості використання на*

---

<sup>16</sup>Науковий керівник - к.т.н., доцент Холодюк О.В., кафедра агроінженерії і технічного сервісу.

конкретній території (у районі) безпілотних повітряних суден у тому числі і БПЛА.

***Annotation.** The use of unmanned aerial vehicles in agriculture has a huge potential, and every year the interest in their use grows, first of all, in the implementation of tasks of precision agriculture.*

*The purpose of the article is to study the legal framework and conditions for the use of unmanned aerial vehicles in European countries and Ukraine.*

*The regulatory framework and conditions for the use of unmanned aerial vehicles in the countries of Western Europe and in Ukraine are different. Thus, in Europe, UAV flights are regulated by various regulations, rules, documents, regulations and certificates. Of course, it should be remembered that the UAV user has an additional duty to operate the device with foreseeable safety for objects and people. Among the conditions for restricting the use of UAVs are: mass of drones, flight height, flight distance from the operator, pilot's age qualification, availability of a license or validity period of a certificate, etc. As for Ukraine, the use of UAVs in wartime conditions is limited and requires permission. Decisions regarding the possibility of using airspace by unmanned aircraft in a specific area are made by the General Staff of the Armed Forces of Ukraine. In order to ensure the proper use of unmanned aerial vehicles in agriculture, business entities must contact the relevant regional military administration regarding the possibility of using unmanned aerial vehicles, including UAVs, on a specific territory (in the district).*

**Вступ.** Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у сільському господарстві має величезний потенціал і з кожним роком інтерес до їхнього використання зростає насамперед при реалізації завдань точного землеробства.

БПЛА - літальний апарат без екіпажу на борту, що використовує аеродинамічний принцип створення підйомної сили з допомогою фіксованого або обертового крила (БПЛА літакового або вертолітного типу), оснащений двигуном і має корисне навантаження і тривалість польоту, достатні для виконання спеціальних завдань [1].

БПЛА можуть працювати в ручному режимі керування за допомогою дистанційного пульта керування в межах оптичної спостереження або за видовою інформацією, що надходить з відеокамери переднього огляду. За такого управління оператор, передусім, вирішує завдання пілотування: підтримання потрібного курсу, висоти та інших.

За допомогою БПЛА у сільському господарстві можна вирішувати такі завдання: створення електронних карт полів (побудова 3D-моделі полів); інвентаризація сільгоспугідь; оцінка обсягу робіт та контроль їх виконання; оптимальна побудова систем іригації та меліорації; оперативний моніторинг стану посівів (БПЛА дозволяє швидко та ефективно будувати карти на сходах), а також визначати нормалізований вегетаційний індекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) з метою ефективного внесення добрив, оцінювати схожість сільськогосподарських культур, прогнозувати врожайність сільськогосподарських культур, здійснювати земель, охорону сільгоспугідь,

обприскування посівів хімічними препаратами для боротьби зі шкідниками та хворобами, оцінювати хімічний склад ґрунту.

БПЛА широко застосовують у сільському господарстві багатьох зарубіжних країн: США, Японії, Китаї, Італії, Бразилії та ін.

Постановка завдання. Метою даної статті є вивчення нормативно-правової бази та умов використання БПЛА в країнах Європи та в Україні.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо існуючі законодавчі документи щодо використання БПЛА у різних країнах Європи та в Україні.

Країни Євросоюзу займають приблизно 6 % ринку БПЛА. Нині сегмент військового застосування БПЛА також домінує, становлячи 65 % ринку. Незважаючи на малу частку ринку, Євросоюз проводить активні заходи для забезпечення подальшого зростання [1, 2].

У сфері законодавчого регулювання:

– визначено початкову концепцію функціонування БПЛА (масою до 150 кг регулюються національними правилами; понад 150 кг – EASA);

– вимоги щодо сертифікації БПЛА відрізняються у різних країнах ЄС, але в будь-якому випадку потрібні сертифікати: на конструкцію, придатність до польоту, EASA для апаратів масою понад 150 кг;

– на відміну від США, поки що відсутня єдина для Євросоюзу система класифікації БПЛА;

– уніфіковано вимоги щодо допуску осіб з-поміж авіаційного персоналу, керуючого апаратами масою понад 150 кг;

– визначено правила доступу до повітряного простору.

Німеччина. Відповідно до нових положень правил повітряного руху, операторам БПЛА масою понад 2 кг необхідно отримати сертифікат з підтвердженням достатності знань та навичок. Сертифікат є дійсним протягом п'яти років. Віковий ценз пілота – 16 років.

Франція. Постанова Міністерства екології, сталого розвитку, транспорту та житлового будівництва Франції регламентує правила польоту БПЛА, обмежуючи висоту польоту до 150 м для моделей масою менше ніж 2 кг. Польоти в населеній місцевості підлягають запобіжному узгодженню з територіальними органами влади.

Нормативні акти, що регламентують правила та порядок реєстрації:

➤ Постанова Міністерства екології, сталого розвитку, транспорту та житлового будівництва Франції від 27 січня 2017 р., яка визначає список зон закритої для аерофотозйомки;

➤ Постанова Міністерства екології, сталого розвитку, транспорту та житлового будівництва Франції від 17 грудня 2015 р. з використання повітряного простору безпіотною літальною технікою.

Великобританія. Правила однакові для всіх видів польотів, існують деякі спеціальні додаткові вимоги до комерційних операцій за участю невеликих безпілотників. Основним правилом у Великій Британії є управління ними в зоні візуальної видимості.

У Великій Британії БПЛА зараз розділені на окремі категорії в залежності від їх маси:

- менше 20 кг. Цей клас охоплює всі типи, включаючи традиційні дистанційно керовані модельні літаки, вертольоти або планери, а також дедалі популярніші мультироторні дрони та дистанційно керовані «іграшкові» літаки. Зазвичай вони мають обмеження щодо рівня регулювання, які спрямовані на те, щоб бути пропорційними ризику та складності або з їх типами діяльності;

- від 20 до 150 кг. Цей клас охоплює більші і потенційно більш складні типи безпілотних апаратів і літаків великих моделей. Вони підкоряються всім аспектам законодавства Великобританії в галузі авіації, хоча прийнято, що їх звільнено від багатьох вимог. Дозвіл на політ зазвичай надається після подання до Управління цивільної авіації інформації про БПЛА;

– більше 150 кг – дрони в цьому класі, швидше за все, будуть піддаватися таким же нормативним твердженням, як і традиційні літаки, що пілотуються. Вони, як правило, сертифікуються Європейським агентством з безпеки польотів (EASA), хоча є можливості для отримання дозволів для операцій у Великій Британії щодо спрощеного процесу.

Нормативні акти, що регламентують правила та порядок реєстрації:

➤ Постанова Управління цивільної авіації CAP 722 «Операції безпілотної авіаційної системи у повітряному просторі Великобританії»;

➤ Статті 94, 95, 241 Аеронавігаційного ордеру 2016 (ANO 2016).

Нідерланди. В Нідерландах розрізняють приватне, рекреаційне та професійне застосування безпілотників.

Для використання в комерційних цілях необхідно отримати сертифікат оператора БПЛА незалежно від маси. При частковому застосуванні можна керувати апаратом масою до 4 кг без сертифіката оператора.

Нормативні акти, що регламентують правила та порядок реєстрації:

➤ Закон про авіацію від 18 червня 1992 р.;

➤ Розпорядження Міністерства транспорту від 2 грудня 2005 р. щодо затвердження правових питань для БПЛА.

Швеція. Проектування, виготовлення, модифікація, технічне обслуговування та експлуатація цивільних БПЛА у Швеції регулюються положенням про безпілотні літальні апарати (UAS) – TSFS 2009:88. Управління ними допускається на висоту 120 м і відстань польоту від оператора 500 м.

Для польотів у зоні контролю аеропорту потрібен дозвіл від Управління повітряним рухом. Дозвіл також потрібний, якщо політ здійснюється за зону візуальної видимості, якщо мета польоту – випробування чи дослідження, комерційні польоти. Для аерофотозйомки потрібен дозвіл від Міністерства землеустрою.

Проектування, виготовлення, обслуговування та експлуатація цивільних БПЛА, що мають робочу масу понад 150 кг, контролюється Європейським Парламентом. Необхідне також схвалення з боку Європейського агентства з авіаційної безпеки (EASA).

Швеції прийнято такі види дозволу для управління безпілотниками:

– категорія 1A UAS – максимальна злітна маса літака менше або дорівнює 1,5 кг, ліцензія видається на 2 роки;

– категорія 1B UAS – максимальна злітна маса літака більше 1,5 кг, але менше чи дорівнює 7 кг, ліцензія видається на 2 роки;

– категорія 2 UAS – максимальна злітна маса літака складає понад 7 кг, ліцензія видається на 1 рік;

– категорія 3 UAS – для апаратів з посадкою поза увагою пілота.

Нормативний акт, що регламентує правила та порядок реєстрації:

➤ Правила Транспортної агенції TSFS 2009: 88, з поправками від 2013 р.

Швейцарія. БПЛА масою до 30 кг можуть бути використані без ліцензії за умови, що оператор завжди має візуальний контакт із літальним апаратом. Крім того, безпілотник не повинен працювати над скупченням людей.

Правила регламентовані Федеральним управлінням цивільної авіації (BAZL).

Австрія. З 2014 р. у цій країні запроваджено дуже суворі правила експлуатації БПЛА. Потенційні розташування для польотів поділяються на чотири категорії: нерозвинена область; нежитлові райони; населений пункт; щільно заселена територія.

Для кожної категорії існують особливі умови та дозволи. Квадрокоптери схвалені лише перших двох категорій. Для населених (густонаселених) районів потрібні гекса- або октокоптери.

Отримання ліцензії необхідно, якщо: рейси комерційні, без збереження знімків з камери; максимальна маса 25 кг; політ поза зонами безпеки; максимальний радіус польоту 500 м. Міні-дронами масою до 0,25 кг та максимальною висотою польоту 30 м можна керувати без ліцензії, навіть якщо вони оснащені камерою.

Бельгія. Польоти БПЛА дозволені лише на приватних землях для фізичних осіб (з дозволу власника землі). Забороняється використовувати у громадських місцях.

Для комерційних польотів необхідно отримати медичну страховку, пройти теоретичний тест і зареєструвати БПЛА.

Винятком із нормативних вимог Королівського указу від 10 квітня 2016 р. є:

– безпілотники, які використовуються лише для польотів усередині будівель;

– БПЛА, що застосовуються військовими, митними органами, поліцією, береговою охороною і т. д.;

– деякі типи модельних літаків, що використовуються виключно для особистих цілей за умови, що вони відповідають суворим вимогам, викладеним у Королівському указі.

Нормативний акт, що регламентує правила та порядок реєстрації:

➤ Королівський указ від 10 квітня 2016 р. «Про використання літаків з дистанційним керуванням у повітряному просторі Бельгії».

Норвегія. З 2016 р. в країні діють нові правила: пілоти БПЛА кваліфікуються як моделісти і не потребують спеціального дозволу. З комерційною метою безпілотники поділяються на три категорії:

- злітна маса менше 2,5 кг. Перед кожним польотом необхідно повідомити про нього, ім'я пілота має бути прикріплене з номером телефону на апараті, також необхідно вести журнал реєстрації;

- маса до 25 кг - потребує спеціального ліцензування пілотів.

- усі моделі, що не належать до описаних вище.

Нормативний акт, що регламентує правила та порядок реєстрації:

➤ Закон № 101 "Про авіацію" від 11 червня 1993 р.

Хорватія. БПЛА можуть літати лише за наявності офіційної ліцензії та в незаселених районах. Вони повинні постійно триматися на відстані 150 м від скупчення людей і не повинні перебувати далі 500 м від оператора.

Кіпр. Потрібна попередня реєстрація в Департаменті цивільної авіації. При фотографуванні з висоти необхідно подати заяву на отримання дозволу на зйомку.

Максимальна злітна маса безпілотної авіації для приватних польотів – 2 кг, максимальна висота – 30 м.

Греція. З січня 2017 р. набрав чинності новий закон, згідно з яким моделі діляться на дві категорії:

– із загальною злітною масою до 7 кг, для них не потрібна спеціальних дозволів;

- з масою понад 7 і менше 25 кг, для них необхідно отримати Дозвіл. Такі БПЛА повинні бути оснащені металевими пропелерами. Необхідне також страхування від несанкціонованого використання, отримання тілесних ушкоджень та матеріальних збитків. Пілоти повинні підтримувати відстань не менше 50 м від скупчення людей, тварин та транспортних засобів.

Політ через археологічні об'єкти дозволяється лише зі спеціальним дозволом.

Україна. В Україні цивільним не заборонено користуватися дронами. Втім, використання безпілотної авіації в умовах війни обмежене і потребує отримання дозволу. З 24 лютого 2022 року, з початку оголошення воєнного стану, повітряний простір України закритий для цивільних користувачів, в тому числі будь-яких безпілотної авіації повітряних суден (БПС). Однак, безпілотної авіації вже давно стали важливим інструментом при виконанні цілого ряду завдань, а в умовах надзвичайного ризику, що створюється для людей в умовах війни, вони стають фактично незамінними. Зараз порядок отримання дозволів використання БПЛА не стандартизований. Тому варто його уточнювати в місцевих органах влади, а також узгоджувати використання БПЛА зі Службою безпеки та поліцією. Звісно, це надто складний шлях, щоб запускати дрони заради розваг. Якщо ж мета того варта, наприклад коли йдеться про журналістську діяльність, то скористатися безпілотної авіації можливо. Але спершу варто дізнатися про всі нормативні акти, що нині визначають порядок використання дронів.

Рішення щодо можливості використання повітряного простору БПС в конкретній області ухвалює Генеральний штаб Збройних Сил України. Для можливості забезпечення належного використання БПС у сільському



господарстві суб'єктам господарювання необхідно звернутися до відповідної обласної військової адміністрації на предмет можливості використання на конкретній території (у районі) безпілотних повітряних суден у тому числі і БПЛА.

Порядок використання повітряного простору цивільними повітряними дронами відображений у [3, 4].

Сьогодні припинено дію норми «Правил використання повітряного простору України» пункту 4 розділу II [3], якою було дозволено виконання БПЛА масою до 20 кг включно, без подання заявок, без отримання дозволів та без інформування органів управління Повітряних Сил Збройних Сил України та органів об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху України, органів Державної прикордонної служби України, органів обслуговування повітряного руху та відомчих органів управління повітряним рухом.

Поряд з тим Пам'ятка [5] сільгоспвиробникам при проведенні комплексу весняно-польових робіт в умовах агресії РФ проти України, видана Міністерством аграрної політики та продовольства, рекомендує з питань використання безпілотників на конкретній території звертатися до відповідної військової адміністрації.

Слід урахувати, що сам факт отримання дозволу на використання БПЛА ще не означає можливості його використання без обмежень у часі та просторі. Усі згадані вище органи влади можуть надати перелік додаткових умов.

Крім того, існує перелік обмеження на використання БПЛА, визначений пунктом 4 розділу II Правил використання повітряного простору України [4]:

- 1) польоти виконуються без перетинання державного кордону України;
- 2) польоти виконуються поза межами встановлених заборон та обмежень використання повітряного простору, крім випадків, установлених Положенням про використання повітряного простору;

- 3) польоти виконуються не ближче ніж 5 км від зовнішніх меж злітно-посадкових смуг аеродромів або не ближче ніж 3 км від зовнішніх меж злітно-посадкової смуги ЗПМ/вертодромів, крім випадків узгодження з експлуатантом аеродрому/ЗПМ/вертодрому;

- 4) польоти виконуються не ближче ніж 500 м від пілотованих повітряних суден;

- 5) польоти не виконуються над: скупченням людей на відкритому просторі та над місцями щільної забудови; об'єктами (зонами), які визначені державними органами, військовими формуваннями та правоохоронними структурами, та відносно яких здійснюється охорона / державна охорона, крім випадків виконання польотів за дозволом зазначених вище повноважних органів;

- 6) польоти виконуються в межах прямої видимості;

- 7) максимальна висота польоту не вище ніж:

- 120 м над рівнем земної (водної) поверхні поза межами CTR, AFIZ, ATCA, ATCZ, спеціально встановлених зон, зарезервованого повітряного простору для забезпечення польотів за спеціально встановленими маршрутами польотів державної авіації;

- 50 м над рівнем земної (водної) поверхні в межах CTR, AFIZ, ATCA, ATCZ, спеціально встановлених зон, зарезервованого повітряного простору для забезпечення польотів за спеціально встановленими маршрутами польотів державної авіації або якщо інформація про фактичний статус елементів структури повітряного простору на час виконання польоту відсутня;

- 50 м над статичними перешкодами на горизонтальній відстані не більш ніж 100 м від таких перешкод.

8) швидкість польоту БПС становить не більш ніж 160 км/год.

Отож, у разі, якщо використання безпілота передбачатиме вихід за межі таких умов або якщо його вага перевищуватиме 20 кг, крім дозволу на використання судна в умовах воєнного стану від військово-цивільних адміністрацій, також потрібно буде отримувати дозволи та умови використання від профільних органів повітряного руху.

**Висновок.** Як бачимо, нормативно-правова база та умови використання БПЛА в країнах західної Європи та в Україні різні. Так у Європі польоти БПЛА регламентуються різними нормативними актами, правилами, документами, положеннями та сертифікатами. Безумовно, слід пам'ятати, що на користувачі БПЛА покладається додатковий обов'язок експлуатувати апарат з передбачуваною безпечністю для об'єктів та людей. Серед умов обмеження використання БПЛА є: маса безпілота, висота польоту, відстань польоту від оператора, віковий ценз пілота, наявність ліцензії чи термін дії сертифікату тощо. Щодо України, то використання БПЛА в умовах війни обмежене і потребує отримання дозволу. Рішення щодо можливості використання повітряного простору БПС в конкретній області ухвалює Генеральний штаб Збройних Сил України. Для можливості забезпечення належного використання БПС у сільському господарстві суб'єктам господарювання необхідно звернутися до відповідної обласної військової адміністрації на предмет можливості використання на конкретній території (у районі) БПС у тому числі і БПЛА.

Польоти безпілотної повітряної судна масою до 20 кг включно та усі без винятку польоти безпілотної повітряної судна масою більше 20 кг виконуються у межах спеціально встановлених зон та маршрутів з дотриманням вимог щодо подання заявок на використання повітряного простору, отримання дозволів та умов використання повітряного простору, інформування органів управління Повітряних Сил Збройних Сил України, органів Державної прикордонної служби України, органів об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху України, органів обслуговування повітряного руху управління повітряним рухом.

### Список використаних джерел

1. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. К.: НУБіП України, 2018. 566 с.

2. До яких країн можна або не можна брати дрон (квадрокоптер). URL: [https://kompastour.com/ua/ukr/news/travel\\_industry/v\\_kakie\\_strany\\_mozhno\\_ili\\_nel\\_zya\\_brat\\_dron/](https://kompastour.com/ua/ukr/news/travel_industry/v_kakie_strany_mozhno_ili_nel_zya_brat_dron/) (дата звернення 05.09.2023).

3. Авіаційні правила України «Правила використання повітряного простору України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1056-18?fbclid=IwAR1-WfL95HKMfnFYKtS1cgJxpoEc-UO1ehJ4TviG953hY-TFsMOsnoIVsKo#Text> (дата звернення 10.09.23)

4. Постанова Кабінету Міністрів від 6 грудня 2017 року № 954 «Про затвердження Положення про використання повітряного простору України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/954-2017-%D0%BF#Text> (дата звернення 10.09.23).

5. Памятка сільгосптоваровиробникам при проведенні комплексу весняно-польових робіт в умовах агресії російської федерації проти України. URL: <https://koda.gov.ua/pamyatka-shhodo-provedennya-kompleksu-vesnyano-polovyh-robit-v-umovah-agresiyi-rosijskoyi-federacziyi-protu-ukrayiny/> (дата звернення 10.09.23).

**Владислав ДЖУМАРА<sup>17</sup>**,  
студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РУХУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

***Анотація.** Ця дослідницька робота приділяє увагу актуальній проблемі ефективного використання електроенергії в системах електротранспорту. Оптимізація режимів руху електротранспорту стає ключовим завданням у зв'язку з ростом популярності електричних транспортних засобів і необхідністю зменшення викидів вуглецю в атмосферу.*

***Annotation.** This research addresses the current issue of efficient electricity usage in electric transport systems. Optimizing the operational modes of electric transportation has become a key challenge due to the increasing popularity of electric vehicles and the necessity to reduce carbon emissions into the atmosphere.*

**Вступ.** У роботі досліджуються методи та стратегії оптимізації робочих режимів електротранспорту з метою мінімізації споживаної електроенергії. Використовуються аналітичні та обчислювальні підходи для моделювання та аналізу енергетичної ефективності електричних транспортних систем.

Результати досліджень можуть мати важливі наслідки для розвитку зеленого транспорту та сприяти покращенню екологічної сталості міської та міжміської транспортної інфраструктури. Дана робота спрямована на

---

<sup>17</sup>Науковий керівник – асистент Штуць А.А. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

забезпечення ефективного використання ресурсів у сфері електротранспорту та зменшення витрат електроенергії, сприяючи створенню більш сталого та екологічно чистого транспортного середовища.

Дослідження передбачає розробку системи автоматизованого вибору оптимальних режимів руху та автоматичного контролю витрат електроенергії за допомогою електротранспорту з плановим забезпеченням мінімально можливих витрат енергії.

Автоматизована система вибору швидкого режиму руху полегшує роботу водія транспортного засобу, дозволяє зменшити витрати електроенергії, а також забезпечує автоматизований облік витрат електроенергії. Установлена залежність витрат електроенергії від температури навколишнього середовища може бути використана для вдосконалення методів нормування роботи підприємств електротранспорту.

*У результаті проведених досліджень* була встановлена можливість зниження електроенергетичних витрат на 10-45% за умови використання раціональних режимів руху. У сучасних умовах в Україні, де вартість електроенергії значно зросла, ефективне використання енергії стає основною проблемою, яка впливає на конкурентоспроможність підприємств, включаючи міський електротранспорт. Це стосується як індивідуальних водіїв, так і муніципального електротранспорту.

У 2015 році підприємства електротранспорту отримували від 12 до 15% прибутку від використаної електроенергії, а в 2022 році ця цифра зросла до 75% (з урахуванням тарифів на проїзд, державних субвенцій та місцевих дотацій). Основна частина витрат електроенергії припадає на електричну тягу. Суттєве зниження цих витрат можливе за умови вибору оптимальних режимів руху транспортних засобів. Залежно від умов конкретного маршруту, економія може становити від 10% до 45%.

Проте ця проблема практично не отримує належної уваги. У трамваях і тролейбусах відсутні лічильники електроенергії, що не стимулює водіїв вибирати більш економні режими руху. Водії не мають можливості відстежувати свої витрати енергії в режимі реального часу, тому вони не можуть оптимізувати свої дії. Облік електроенергії ведеться тільки на входах депо та на тягових підстанціях, що ускладнює аналіз загальних витрат електроенергії.

Вихідні дані містяться в результатах аналізу офіційних статистичних даних роботи підприємств електротранспорту України [2] і додаткових даних про витрати електроенергії двома трамвайними і двома тролейбусними депо за 2019–2022 роки. Розрахунки витрат електроенергії проведені відповідно рекомендаційних документів [1] у середніх величинах витрат електроенергії на 1 км пробігу транспортного ускладнення ( $\text{kВт} \cdot \text{год}/\text{км}$ ) [6] та у величині питомих витрат електроенергії на одиницю транспортної роботи ( $\text{Вт} \cdot \text{год}/\text{т} \cdot \text{км} \text{ brutto}$ ) [1]. Як наявні дані не можуть виконувати аналіз негативних витрат від режиму руху, то використовували математичне моделювання режимів руху транспортних засобів на вулицях міст. Результати виконаного аналізу використано при розробці проекту автоматизованої системи вибору швидкого режиму руху

засобів міського електротранспорту. Розробка діє на основі отриманого патенту на винахід [3], з урахуванням існуючої та впровадженої в ряді міст України системи диспетчерського керування рухом транспортних засобів з використанням GPS-трекерів та систем зв'язку в режимі GSM/GPRS.

Аналіз витрат електроенергії транспортними підприємствами на основі статистичних даних.

В електротранспорті основна доля витрат електроенергії припадає на рух транспортних засобів. Протесту, однозначної відповіді на те, скільки електроенергії витрачається на рух, немає. У трамваях та тролейбусах відсутні засоби вимірювання витрат електроенергії. Дотаційний характер електротранспорту не спонукає керівництво підприємств до деталізації напрямків витрат і енергозбереження, однак розрахунки за електроенергію отримані не із коштів підприємства.

Дані витрат електроенергії для тролейбуса – 3,3 кВт·год, а для трамвая – 3,2 кВт·год на кілометр шляху. Більш точні дані складаються в «Методичні вказівки з планування, обліку витрат електричної енергії трамвайним і тролейбусним транспортом і рекомендації з економії електроенергії» [6]. Так, наприклад, для тролейбуса ЗіУ 682 витрати на питомі становлять 150 Вт·год/т·км брутто, тобто при масі тари тролейбуса рівнем 10,05 т і розміщені в його салоні 91 пасажир витрати електроенергії на 1 км шляху становлять 5,46 кВт. Год/км. Крім цього, згідно з методикою розрахунку, необхідно врахувати витрати на власні потреби у транспортному засобі разом з витратами на нагрівання салону, які залежать від середньорічної температури, та витрати, зумовлені товщиною снігового покриву та нахилом ділянок шляху. До витрат належать також витрати електроенергії на самих підприємствах електротранспорту, а саме: у депо, тягових підстанціях, на тяговій мережі [5].

Початковий аналіз виконано за показниками середніх витрат електроенергії на 1 км пробігу, після в джерелі [6] об'єм роботи транспортних підприємств України подається як сумарний пробіг. Результати обробки статистичних даних витрат електроенергії на 1 км пробігу представлені на рис.1.1.

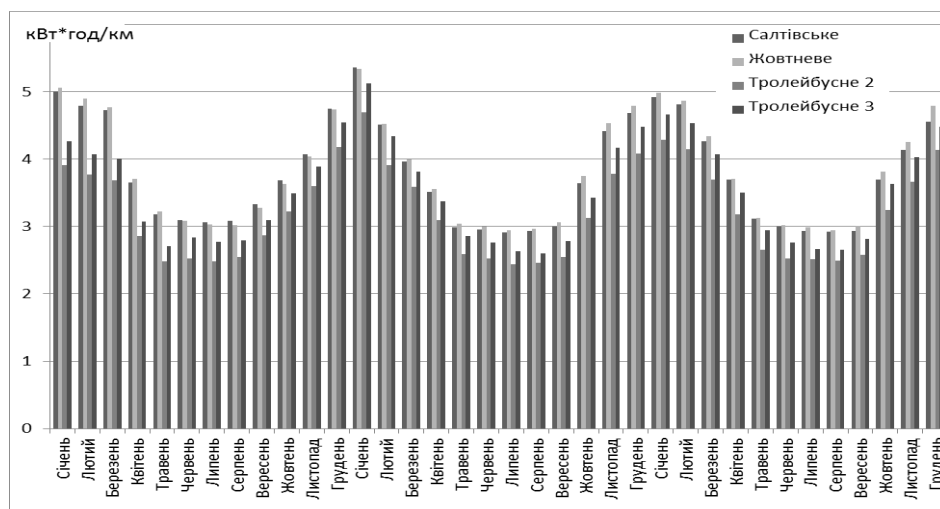


Рис. 1.1. Середньомісячні витрати електроенергії на 1 км пробігу транспортного виклику

Аналіз показує зростання середніх витрат електроенергії в зимові місяці, коли вмикається обігрів салону. Для встановлення незалежності від величини витрат електроенергії, обумовленої змінами температури, використовували дані метеорологічних спостережень, а саме значення середньомісячної температури навколишнього середовища по місту [5]. Графік витрат електроенергії від температури представлено на рис. 1.2. Розрахунок коефіцієнтів регресійної моделі показав, що між величиною витрат енергії та температурою існує залежність, яка описується таким рівнем регресії:

$$W(t) = 0,0019t^2 - 0,111t + 4,295 \quad (1.1)$$

де  $t$  – середньомісячна температура повітря .

Коефіцієнт детермінації регресійної моделі  $R^2$ , який дорівнює  $R^2 = 0,982$ , вказує на її адекватність. Він означає, що 98,2 % варіації витрат електроенергії пояснюються зміною температури, і лише 1,8 % викликано іншими, неврахованими чинниками. Така залежність отримана вперше. Надійність результатів розрахунку підтверджується об'ємом вибору, а саме: обліком щоденної роботи 400 транспортних засобів на протязі 3-х років експлуатації, та величиною визначення коефіцієнта.

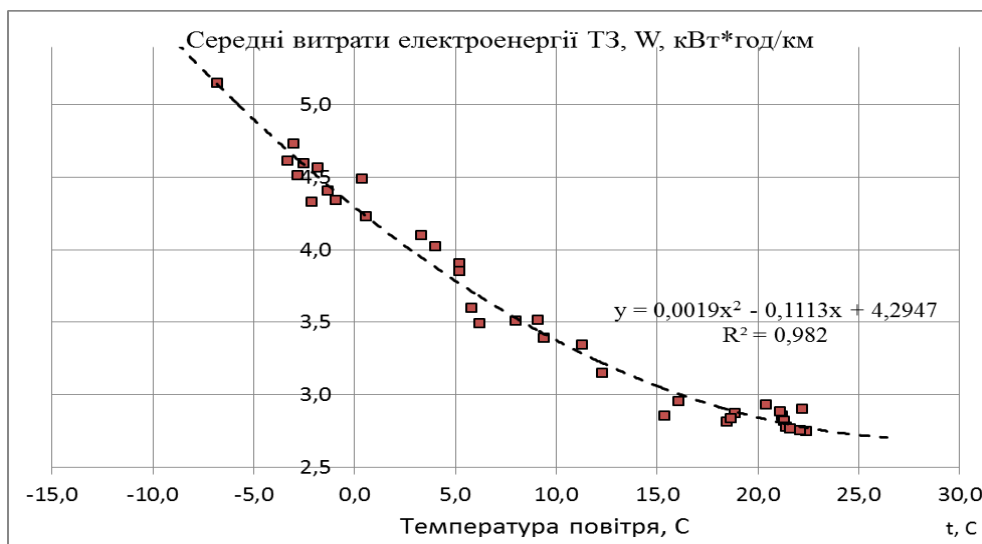


Рис. 1.2. Графік залежності питомих витрат електроенергії від температури навколишнього середовища

Для зменшення витрат електроенергії на підігрів салону необхідно покращити його теплоізоляцію та забезпечити якісну вентиляцію. Проведені дослідження і прийняті заходи, як показано в роботі [6], дозволили отримати середньорічну економію витрат енергії на опалення та вентиляцію трамваю до 64 %.

Залежність витрат електроенергії від використання температури під час розрахунків нормативів витрат електроенергії підприємствами електричного транспорту. Відповідно до методики розрахунків використання коефіцієнтів впливу температури до  $t = 0,005$  при лінійному відношенні [10]. Отримана

залежність (1.1) є квадратичною, і зміна температури більш істотно впливає на витрати електроенергії. Цю залежність слід використовувати під час виконання розрахунків норм витрат електроенергії.

Для розрахунку розподілу питомих витрат електроенергії, що припадають на одиницю транспортної роботи (у Вт·год/т·км брутто) визначили середнє річне значення питомих витрат, яке дорівнює 179,78 Вт·год/т·км.

Витрати електроенергії (див. рис. 4.3) найменші в період від травня по вересень місяця. У цей час нагрів салону відімкнутий, тобто електроенергія використовується тільки на рух транспортного засобу. Середні значення питомих витрат за цей період становлять 144,96 Вт·год/т·км. Виходячи з припущення, що витрати на рух протягом поточного року практично не змінюються, визначено, що на нагрів салону торгується 19,37 % у всій спожитій електроенергії.

Додаткові результати обліку витрат електроенергії на власні потреби, які виконано лише за 2021 рік, показали, що депо та інші підрозділи електротранспорту на власні потреби витрачають 4,6 % від усієї електроенергії.

Крім цих величин необхідно враховувати витрати в тяговій мережі. За наявними даними це зробити неможливо, після розрахунок звіту за загальними показниками для всього підприємства. Тому для оцінки цих витрат використовувалися норми стандарту [3], відповідно до якого номінальна напруга на струмоприймачі трамваю (тролейбуса) дорівнює 550 В, при величині напруги на шинах тягової підстанції 600 В. Отже, спад напруги у вашій мережі становить 8,33 %. Спад напруги у відсотковому відношенні співпадає з величиною витрат електроенергії. У результаті аналізу отримано розподіл витрат електроенергії за напрямками, які наведено на діаграмі рис. 1.4.

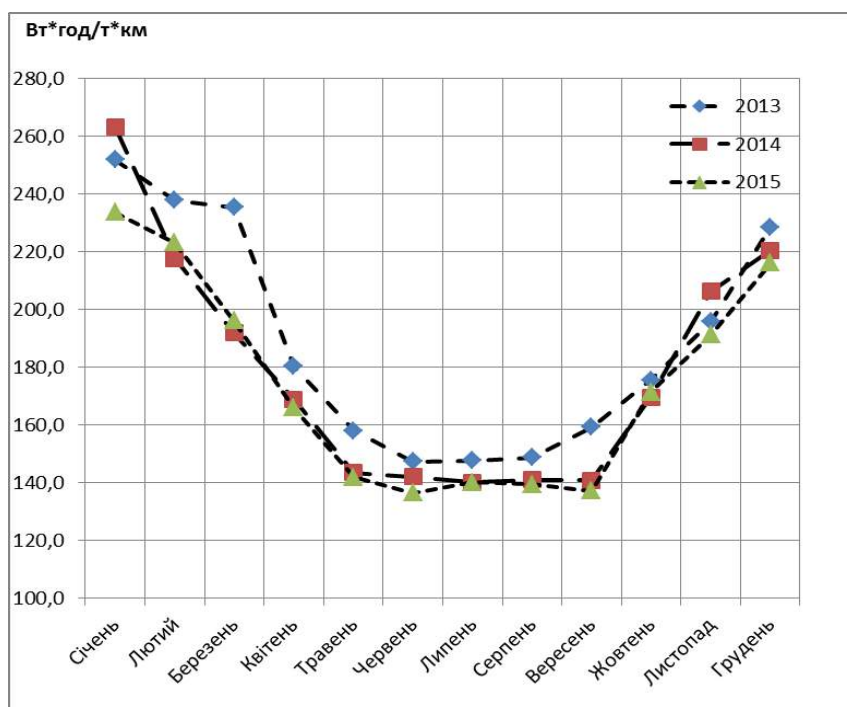
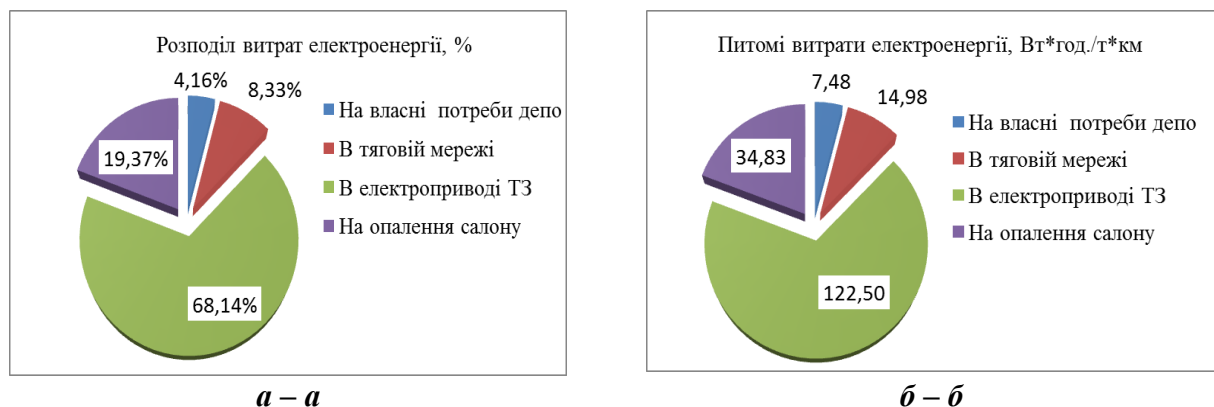


Рис. 1.3. Зміна питомих витрат електроенергії на рух транспортних засобів за 2019–2022 рр. у Вт·год/т км.



**Рис. 1.4. Розподіл витрат електроенергії підприємствами електротранспорту:**  
**а – розподіл витрат у процентах, б – витрати у Вт год/т км.**

Як видно з діаграми рис. 1.4, основна доля витрат – 68,14 % припадає на роботу електроприводу (див. рис. 1.4, а). Питомі витрати електроенергії на рух транспортних засобів (див. рис. 1.4, б) становлять 122,50 Вт/т·км. Сумарні значення витрат електроенергії на вводах транспортного засобу складають 157,33 Вт·год/т·км.

Для порівняння в табл. 1 вказані величини питомих витрат електроенергії на електричну тягу повним типом рухомого складу. Ці величини прийняті як основна нормативна характеристика, яка використовується під час розробки індивідуальних норм витрат електроенергії [10] з врахування експлуатаційної швидкості трамваю  $V_e = 15$  км/год і тролейбуса  $V_e = 16$  км/год.

**Таблиця 1.1**

**Індивідуальні норми питомих витрат електроенергії за допомогою електротранспорту**

Питомі витрати електроенергії на одиницю транспортної роботи, Вт·год/т км бруто			
Трамвайний вагон		Тролейбус	
Тип	Витрати	Тип	Витрати
71-605	86	ЗіУ-682	150
ЛМ-68	86	ЗіУ-682 дв.150 кВт	168
РВЗ-6М	97		
Т-3	108	ЗіУ-683	142
Т-4СУ	112	14-ТП	140
Т-3М	88		
71-608К	100		

Отримані дані знаходяться в межах наведених значень. Вони відображають тільки середні витрати електроенергії, незалежно від виду транспортного пошкодження (трамвай чи тролейбус) та його типу. Існуюча система обліку, при відсутності лічильників електроенергії на транспортних засобах, не дозволяє розподіляти витрати за типом транспортного стресу. Більше того, вона також не дозволяє розділити і витрати різних підприємств, які вважають перевезення пасажирів в одному місці. У такій ситуації практично неможливо розробити ефективні міри, що спрямовані на енергозбереження.



**Висновки.** 1. Наші дослідження підтвердили наявність регресійної залежності між витратами електроенергії на підприємствах електротранспорту та середньомісячною температурою навколишнього середовища. Ця залежність виявилася суттєво відмінною від рекомендованої в нормативній документації, що свідчить про потребу уточнення інструкцій та стандартів у сфері енергозбереження для електротранспорту. Наявність такої регресійної залежності може бути використана для розробки більш точних моделей споживання електроенергії та раціонального управління енергетичними ресурсами.

2. В результаті наших досліджень виявлені суттєві недоліки у функціонуванні існуючої системи обліку електроенергії на міському електротранспорті. Ця система не забезпечує достатньою точністю та ефективністю збір та аналіз даних про споживання електроенергії. Це обмежує можливості розробки та впровадження заходів енергозбереження на підприємствах електротранспорту. Рекомендується провести оновлення та модернізацію цієї системи з метою підвищення ефективності обліку та контролю за використанням електроенергії на електротранспорті. В цілому, отримані результати підкреслюють необхідність подальших досліджень та реформ у сфері енергозбереження на електротранспорті з метою забезпечення сталого та раціонального використання електроенергії у цій галузі.

### **Список використаних джерел**

1. 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.

2. Матвійчук В. А. Рубаненко О. Є. Гунько І.О. Діагностування електрообладнання. Вінниця: ВНАУ. 2020. 138 С.

3. Возняк О.М. Штуць А.А. Колісник М.А. Сучасні системи електроприводів. Теорія та практика частина 1. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ". 2021. 280 С.

4. Видмиш А.А., Косюк О.В., Корнет В.Н., Огарь О.С. Напрямки модернізації електропривода міського електричного транспорту. НТУ "ХПИ": 2002, № 12, том 2. с. 500-501.

5. Концепція управління навантаженням та споживанням електричної енергії в Україні в рамках інтегрованого ресурсного планування. Праховник А.В., Кулик О.В. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір Державного департаменту інтелектуальної власності МОН України № 11313 від 12.10.14.

6. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання: навчальний посібник / І.М. Голодний та ін. ; за ред. І.М. Голодного. Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. 513 с

7. Кульбашна, Н. І. Нові підходи щодо складання раціональних режимів водіння рухомого складу по маршрутах. Харків, 2014 84-85с.

8. Кутнів, М. В. Чисельні методи : навч. посіб. / М. В. Кутнів. – Львів: Растр-7, 2010. – 288 с.

Андрій ЗЕЛІНСЬКИЙ<sup>18</sup>,  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК НА ТВЕРДОМУ НАПОВНЮВАЧІ ДЛЯ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕНЬ

***Анотація.** Для отримання необхідної кількості і якості теплової енергії в теплогенеруючій установці при мінімальних витратах і найменших діях на природу необхідно дотримуватись всіх вимог безпечної експлуатації транспортування теплоти до споживачів.*

*В основу роботи біогазової закладені біологічні процеси зброджування і розкладання органічних речовин під впливом метанотворних бактерій в анаеробних умовах, характерних відсутністю вільного кисню, високої вологості і температурного середовища. Анаеробне зброджування здійснюється в реакторі зазвичай циліндрової форми горизонтального або вертикального розташування. Для ефективного зброджування в порожнині реактора необхідно підтримувати постійну температуру у відповідності з прийнятим режимом бродіння мезофільним або термофільним і здійснювати регулярне перемішування зброджуваної сировини.*

*Дані дослідження проводилися в рамках наукової тематики «Дослідження шляхів оптимізації продуктивності технологічного процесу виробництва складних ефірів жирних кислот для дизельного біопалива» (Номер державної реєстрації: 0122U002187 від 30.03.2022 р.).*

***Ключові слова.** Переробка біомаси, анаеробне бродіння, паливо, біометанол, біодизель, біогаз, диметилловий ефір, зріджені гази, реактор.*

***Annotation.** In order to obtain the required quantity and quality of heat energy in the heat-generating installation at minimum costs and the smallest impact on nature, it is necessary to comply with all requirements for the safe operation of heat transportation to consumers.*

*The basis of the work of a biogas plant is the biological processes of fermentation and decomposition of organic substances under the influence of methane-producing bacteria in anaerobic conditions, characterized by the absence of free oxygen, high humidity and a temperature environment. Anaerobic fermentation is carried out in a hermetic container - a reactor, usually cylindrical in shape with a horizontal or vertical arrangement. For effective fermentation in the reactor cavity, it is necessary to maintain a constant temperature in accordance with the accepted mode of mesophilic or thermophilic fermentation and to carry out regular mixing of the fermented raw materials.*

---

<sup>18</sup>Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ Труханська О.О.

**Keywords.** *Biomass processing, anaerobic fermentation, fuel, biomethanol, biodiesel, biogas, dimethyl ether, compressed and liquefied gases, reactor.*

**Вступ.** В основу роботи біогазової установки закладено біологічні процеси зброджування і розкладання органічних речовин під впливом метанотворних бактерій в анаеробних умовах, характерних відсутністю вільного кисню, високої вологості і температурного середовища 15-20<sup>0</sup>С для психофільних, 30-40<sup>0</sup>С для мезофільних і 50-70<sup>0</sup>С для термофільних бактерій [1].

Анаеробне зброджування здійснюється в герметичній ємкості – реакторі зазвичай циліндрової форми горизонтального або вертикального розташування. Для ефективного зброджування в порожнині реактора необхідно підтримувати постійну температуру у відповідності з прийнятим режимом бродіння мезофільним або термофільним і здійснювати регулярне перемішування зброджуваної сировини [1].

Мезофільний режим вимагає менших витрат тепла, але розпад органічних речовин при такій температурі відбувається повільніше і не в повному об'ємі. Термофільний режим переробки сировини вимагає великих витрат тепла, має вищу швидкість розпаду, вищий вихід біогазу і найменш шкідливий для навколишнього середовища. Проте цей режим складніший для реалізації і контролю. В процесі зброджування відбувається виділення біогазу, що містить 40-70% метану, 30-60% вуглекислого газу, близько 1% сірководня і невеликих кількостей азоту і водню. Об'ємна теплота згорання біогазу складає близько 22 МДж. Кількість біогазу, що утворюється, для нормально поточного процесу при температурі 35-37<sup>0</sup>С і середньому часі утримання сировини в реакторі, рівному 10 дням, знаходиться в межах 30 – 70м<sup>3</sup> біогазу на тону сировини в добу. Якщо відома вага добового свіжого гною, то добовий вихід біогазу буде приблизно наступним: 1 тонна гною ВРХ складає 40-50 м<sup>3</sup> біогазу, 1 тонна свинного гною - 70-80 м<sup>3</sup> біогазу, 1 тонна пташиного посліду - 60-70 м<sup>3</sup> біогазу.

Біогазова технологія дозволяє прискорено отримати за допомогою анаеробного зброджування натуральне біодобриво, що містить біологічно активні речовини і мікроелементи.

Основні переваги біодобрив після біогазової установки порівняно із звичайним гноєм і мінеральними добривами [1]:

- максимальне збереження і накопичення азоту;
- відсутність насіння бур'янів;
- відсутність патогенної мікрофлори;
- наявність активної мікрофлори;
- відсутність періоду зберігання;
- стійкість до вимивання з ґрунту поживних елементів;
- екологічний вплив на ґрунт.

Біогазові установки на гною тварин є найпростішими і набули широкого поширення у всьому світі. Мікроорганізми, що беруть участь в процесі бродіння, потрапляють в гній вже з кишечника тварин, тому не потрібно їх додатково додавати. Так само немає потреби в реакторах гідролізу [1, 2].

**Виклад основного матеріалу.** Метою дослідження є використання біогазової установки, яка працює на твердому наповнювачі для обігріву приміщень.

Принцип роботи біогазової установки нескладний. Рідкі біовідходи перекачуються на біогазову установку фекальними насосами по трубопроводу гноєвидалення. Каналізаційна насосна станція знаходиться в спеціальному технологічному приміщенні. Тверді відходи (гній, послід) доставляються по транспортерній стрічці, а з сховища посліду або гною трактором. Рідкі відходи потрапляють не прямо в реактор, а в попередню ємність. У цій ємності відбувається гомогенізація маси і підігрів (іноді охолодження) до необхідної температури. Зазвичай об'єм такої ємності розрахований на 2-3 дні. Тверді відходи можуть завантажуватись в ємність з рідкими відходами і перемішуватися з ними. Або тверді відходи завантажуються в спеціальний шнековий завантажувач [2].

З ємності гомогенізації і завантажувача твердих відходів біомаса (гній або послід) поступає в реактор (інша назва біореактор, метантенк, ферментатор). Реактор (рис. 1) є газонепроникним, повністю герметичним резервуаром з кислотостійкого залізобетону.



*Рисунок 1. Типова промислова біогазова установка*

Установки для виробництва біогазу з органічних відходів зазвичай підрозділяють на чотири основні типи:

- без підведення тепла і без перемішування зброджуваної біомаси;
- без підведення тепла, але з перемішуванням зброджуваної біомаси;
- з підведенням тепла і з перемішуванням біомаси;
- з підведенням тепла, з перемішуванням біомаси і із засобами контролю і управління процесом зброджування.

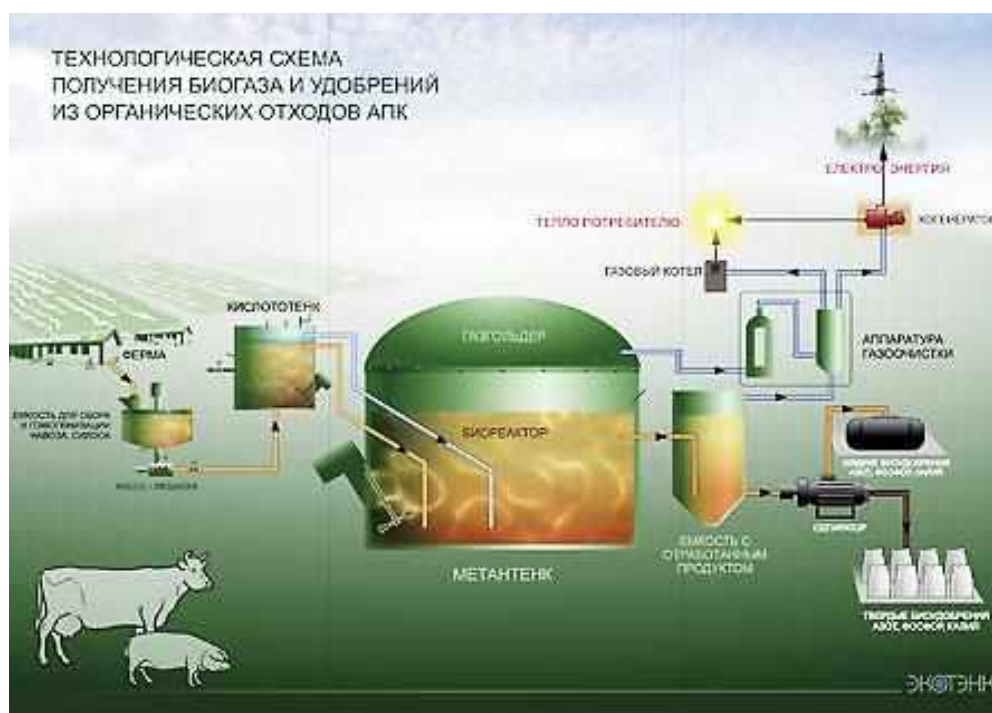
Рідкі біологічні відходи перекачуються на біогазову установку за допомогою насосів, заздалегідь потрапляючи в ємність, в якій маса гомогенізується і підігрівається до потрібних температур, іноді охолоджується. Доставка твердих здійснюється по транспортерній стрічці, та вантажній техніці

(рис. 2) або іншим способом. Їх можуть додавати до рідкої маси, змішуючи з нею, або поміщати в шнековий завантажувач [3].



*Рисунок 2. Завантаження твердого наповнювача в біореактор*

Рідкий наповнювач завантажують насосами або самопливом (рис.3) [3].



*Рисунок 3. Схема роботи біогазової установки на рідкому наповнювачі*

Зібраний на фермі гній подається в ємність для збору і гомогенізації сировини, розміри частинок якого не повинні перевищувати 2 см, інакше виникне необхідність в подрібненні.

Після підготовки сировина насосом подається в кислототенк, де без доступу повітря відбувається первинна переробка сировини - гідроліз. При цьому крупні молекули органічних сполук розпадаються на дрібніші, які і є основною сировиною для метанотвірних бактерій. З кислототенка субстрат поступає в основний апарат біогазової установки - метантенк, в якому відбувається також анаеробне (без доступу повітря) зброджування сировини.

Насосна станція для перекачування гною в біогазових установках представлена на (рис.4).



*Рисунок 4. Насосна станція для перекачування гною*

Тверді відходи (гній, послід) доставляються по транспортерній стрічці, а з сховища посліду або гною трактором. Рідкі відходи потрапляють не прямо в реактор, а в попередню ємність. У цій ємності відбувається гомогенізація маси і підігрів (іноді охолодження) до необхідної температури. Зазвичай об'єм такої ємності розрахований на 2-10 днів. Тверді відходи можуть завантажуватись в ємність з рідкими відходами і перемішуватися з ними. Або тверді відходи завантажуються в спеціальний шнековий завантажувач.

Матеріал всіх перемішувачів пристроїв - нержавіюча сталь. В окремих випадках перемішування не механічне, а гідравлічне. Тобто маса проходить насосами по трубках в шар, де живуть колонії бактерій. Реактори бувають є з дерев'яним або залізобетонним зведенням. Термін служби реактора більше 25-30 років [1-2].

Підігрів реактора ведеться теплою водою. Температура води на вході в реактор 60°C. Температура води після реактора біля 40°C. Система підігріву - це мережа трубок що знаходяться всередині стінки реактора, або на її внутрішній поверхні. Якщо біогазова установка комплектується когенераційною установкою (теплоелектрогенератором), то вода від охолодження генератора використовується для підігріву реактора. Температура води після генератора 90°C. Тепла вода з температурою 90°C змішується з водою 40°C і поступає в реактор з температурою 60 °C. Вода спеціально підготовлена і рециркуляційна. У зимовий період біогазовій установці потрібно до 70% вторинного тепла відведеного від теплоелектрогенератора. В літній - близько 10%. Якщо біогазова установка працює тільки на виробництво газу, тоді тепла вода береться від спеціально встановленого водогрійного казана. Витрати теплової і електричної енергії на потреби самої установки складають від 5 до 15% всієї енергії, яку дає біогазова установка [1, 3].

Для стабільного протікання процесу зброджування відходів тваринницьких ферм необхідне дотримання всіх технологічних параметрів, що впливають на обсяг одержуваного біогазу. Одним з основних параметрів є температура зброджування. Підвищення або зниження температури зброджування в метантенку призводить до зменшення обсягу одержуваного біогазу. Для підтримання температури зброджування передбачається нагрівання метантенку нагрівальним теплоносієм, що циркулює в змійовику. Визначення теплової потужності, необхідної для нагріву зброджуваної маси з урахуванням

усіх чинників, які впливають, є обов'язковим для якісного регулювання температури гріючого теплоносія [3].

Виробництво біогазу може здійснюватися в широкому температурному діапазоні. Зброджування біомаси в кліматі з низькими температурами (10 - 20°C) не застосовується. Це пов'язано з тим, що збільшується тривалість зброджування та спостерігається невелика продуктивність біогазу. На практиці застосовуються мезофільний (30 - 45°C) та термофільний (50 - 65°C) режими зброджування. Кожен із цих режимів має свої переваги та недоліки.

Більшість установок працюють у мезофільному режимі з температурою зброджування 40°C. При цьому найбільш активно розвиваються метаногенні бактерії з максимальним утворенням біогазу. Для даного виду сировини, що переробляється в умовах мезофільного режиму, час, за який виділяється найбільша частина біогазу, дорівнює близько 10-15 дням [4].

Однією з умов ефективного розкладання біомаси в біореакторі є масообмін на поверхні твердої та рідкої фаз субстрату. Для забезпечення розвиненої поверхні масопереносу необхідно перед завантаженням у метантенк подрібнити біомасу. Це пов'язано з тим, що у свіжій біомасі міститься велика кількість сировини рослинного походження. Перед подачею сировини для подрібнення її необхідно ретельно перемішати, і для цього гноєзбірники тваринницьких ферм обладнані пристроями для перемішування осаду та гомогенізації гною. Для накопичення біогазу використовуються накопичувач стислого газу, який подається компресором від ємностей попереднього накопичення, це дає змогу використовувати накопичений біогаз у період інтенсивного опалювання. Ємностей для використання стислого біогазу може бути декілька, в залежності від його використання. При появі залишків біогазу його можна використовувати для обігріву приміщень.

Рівномірний розподіл температури по всьому об'єму досягається шляхом перемішування біомаси.

**Висновки.** Однією з умов ефективного розкладання біомаси в біореакторі є масообмін на поверхні твердої та рідкої фаз субстрату. Для забезпечення розвиненої поверхні масопереносу необхідно перед завантаженням у метантенк подрібнити біомасу.

Перед подачею сировини для подрібнення її необхідно ретельно перемішати, і для цього гноєзбірники тваринницьких ферм обладнані пристроями для перемішування осаду та гомогенізації гною.

Для накопичення біогазу використовуються накопичувач стислого газу, який подається компресором від ємностей попереднього накопичення, це дає змогу використовувати накопичений біогаз у період інтенсивного опалювання.

### Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: навч. посібник. К: Аграрна наука, 2010. 327 с.
2. Токарчук Д.М. Виробництво і використання біогазу в Україні: економічні і соціальні перспективи. Збірник наукових праць Таврійського

державного агротехнологічного університету 2013. Збірник 22. Том 3. С. 338-346.

3. Ткаченко С. Й. Моделювання інтенсивності теплообміну до багатокомпонентних органічних сумішей / Ткаченко С. Й., Резидент Н. В. / *Вісник ВПІ*. 2005. № 6. С. 187–193.

4. Fleming J.G. Novel simulation of anaerobic digestion using computational fluid dynamics. J.G. Fleming. Department of Mechanical Engineering North Carolina State University. 2022. 134 p.

5. ДСТУ 7721:2015 «Газоподібне паливо. Біогаз. Технічні вимоги і методи контролю». [Чинний від 01.08.2016]. Вид. офіц. Київ: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України, 2015.

6. ДСТУ 4516: 2006. Поновлювані джерела енергії. Установки біогазові. [Чинний від 01.10.2007]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 8 с.

**Володимир ЛЕЩУК<sup>19</sup>,**  
студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ**

***Анотація.** У статті розглянуто методика оперативного контролю якості сонячних колекторів, фокусуючись на їхній класифікації та коефіцієнті корисної дії (ККД). Запропонована класифікація, яка використовує шкалу оцінювання від 0,2 до 1, спрощує вибір сонячних колекторів для споживачів, враховуючи їхні потреби та вимоги.*

*Виділено мотиваційні чинники розширення використання сонячних колекторів, такі як покращення екологічного стану та збільшення енергетичної незалежності України. Зазначено, що впровадження наведеної методики контролю може підвищити обґрунтованість вибору сонячних колекторів для споживачів, враховуючи зростаючий попит та різноманіття пропозицій на ринку.*

*Відзначено, що ідентифікація ефективності сонячних колекторів за допомогою цієї класифікації грає ключову роль у популяризації альтернативних джерел енергії та регулюванні конкуренції на ринку сонячних колекторів. Узагальнюючи ці аспекти, важливість забезпечення якості та ефективності*

---

<sup>19</sup>Науковий керівник – асистент Карпійчук М.Ф. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.



сонячних колекторів для сталого використання альтернативних джерел енергії стає важливою задачею для споживачів та постачальників продукції.

**Ключові слова:** сонячний колектор, екологічний стан, енергонезалежність.

**Annotation.** The article discusses the methodology of operational quality control of solar collectors, focusing on their classification and the coefficient of performance (COP). The proposed classification, using a rating scale from 0.2 to 1, simplifies the selection of solar collectors for consumers, taking into account their needs and requirements.

Motivational factors for expanding the use of solar collectors are highlighted, such as improving environmental conditions and increasing energy independence for Ukraine. It is noted that the implementation of the proposed control methodology can enhance the justification of the choice of solar collectors for consumers, considering the growing demand and diversity of offerings in the market.

The identification of the efficiency of solar collectors using this classification is emphasized as playing a key role in popularizing alternative energy sources and regulating competition in the solar collector market. Summarizing these aspects, the importance of ensuring the quality and efficiency of solar collectors for sustainable use of alternative energy sources becomes a crucial task for consumers and product suppliers.

**Keywords:** solar collector, ecology condition, energy independence.

**Вступ.** Останні зростання цін на енергоносії стимулюють пошуки альтернативних джерел енергії, зокрема тих, що є відновлюваними, не забруднюють навколишнє середовище і не залежать від політичного клімату. Європейська Спільнота вимагає від країн, які розглядають можливість вступу, збільшити частку відновлювальних джерел енергії у загальному виробництві енергії до 6%, а до 2030 року – до 20%. Україна зараз використовує альтернативні джерела енергії лише на 3%.

Використання відновних джерел енергії було мінімальним у середині ХХ століття. Енергетичні кризи 70-х років, аварія на Чорнобильській АЕС у 1986 році та катастрофа на АЕС "Фукусіма-1" в Японії у 2011 році суттєво змінили погляди людства на використання відновлювальних джерел енергії. Це призвело до інтенсивного використання сонячної енергії, оскільки сонце є ідеальним, нескінченним і, передусім, безкоштовним джерелом екологічно чистої енергії. Сонячна енергія може ефективно перетворюватися на тепло та електроенергію для опалення та гарячого водопостачання.

Один із методів вирішення цього завдання - використання сонячних колекторів (СК), які включають в себе пластину та абсорбуючий елемент для збору сонячної енергії, перетворення її на тепло та передачі теплоносію.

Останнім часом на ринку з'явилося безліч моделей сонячних колекторів (СК), що відрізняються своєю конструкцією, призначенням та ціною. Такий розмаїття та відсутність в Україні чіткої системи оцінювання якості СК за споживчими характеристиками гальмують їх широке використання у житлово-

комунальному секторі. Тому великою науково-технічною задачею є розробка методики оперативного оцінювання якості сонячних колекторів на основі основних споживчих характеристик.



*Рис. 1. – Сонячний колектор*

**Виклад основного матеріалу.** У природних умовах процеси надходження сонячної радіації на поверхню сонячного колектора залежать від ряду факторів. Інтенсивність сонячної радіації має змінливий характер протягом дня, року та в залежності від погодних умов. Щоб підвищити ефективність та продуктивність роботи сонячного колектора та забезпечити надійний контроль якості, необхідно правильно розташувати його відносно джерела випромінювання.

Монтажна рама сонячного колектора не повинна перекривати апертуру та не має впливати на тильну або бічну ізоляцію. Рекомендується використовувати відкриту монтажну конструкцію, яка забезпечить вільне циркулювання повітря навколо фронтальної та тильної частин сонячного колектора. Кут нахилу апертури відносно горизонтальної поверхні повинен становити відхилення від  $\pm 50$  градусів, але не менше 30 градусів.

Експлуатаційні характеристики деяких сонячних колекторів чутливі до рівнів теплового потоку випромінювання. Температура поверхні, що межує з сонячним колектором, повинна бути максимально приближеною до навколишньої температури для мінімізації впливу теплового випромінювання. Під час випробувань у приміщенні або з використанням імітатора сонячного випромінювання необхідно захистити сонячний колектор від гарячих та холодних поверхонь.

Оцінювання енергетичної ефективності сонячних колекторів здійснюється за допомогою визначення їх теплового коефіцієнта корисної дії (ККД). Імітатор потоку сонячного випромінювання для випробувань на визначення ККД повинен мати визначені характеристики:

- Лампи повинні мати здатність формувати середню поверхневу густину потоку випромінювання на апертурі колектора, яка дорівнює принаймні  $800 \text{ Вт/м}^2$ . Для спеціалізованих випробувань можна також використовувати значення в

діапазоні від 300 Вт/м<sup>2</sup> до 1000 Вт/м<sup>2</sup>, а ці значення зазначаються у протоколі випробування.

- Протягом випробувального періоду середня поверхнева густина потоку випромінення на апертурі колектора не повинна відхилитися більше  $\pm 50$  Вт/м<sup>2</sup>.

- Поверхнева густина потоку випромінення у всіх точках апертури колектора не повинна розрізнятися від середньої поверхневої густини потоку випромінення на апертурі більше ніж на  $\pm 15$  %.

- Спектральний розподіл імітованого сонячного випромінення повинен бути приблизно еквівалентним спектру сонячного випромінення за повітряної маси 1,5.

- Вимірювання спектральних характеристик імітаторів потоків сонячного випромінення слід проводити у площині колектора в діапазоні довжин хвиль від 0,3 до 3 мікрметрів та визначати у ширині смуги частоти 0,1 мікрметр або менше.

- Поверхнева густина потоку теплового випромінення на колекторі не повинна перевищувати ту, яка надходить до абсолютно чорної порожнини за температури навколишнього повітря, більше ніж на 50 Вт/м<sup>2</sup>.

- Під час випробувань необхідно контролювати поверхневу густину потоку випромінення, яка протягом випробувального періоду не повинна змінюватися більше  $\pm 3$ %. Метод вимірювання поверхневої густини потоку випромінення під час випробувань має передбачати визначення середньої поверхневої густини потоку випромінення з похибкою до  $\pm 1$ %.

Забезпечення викладених вище умов щодо встановлення сонячних колекторів (СК) та вимог до імітатора потоку сонячного випромінення сприятиме ефективному та достовірному контролю їх основних показників якості. Для найбільш повного оцінювання споживчих властивостей СК розумно класифікувати їх за трема групами показників якості. Інтерпретація такого підходу представлена у таблиці 1.

**Таблиця 1**

Групи показників якості		
Безпека	Ефективність	Продуктивність
<ul style="list-style-type: none"> <li>• температура навколишнього повітря;</li> <li>• швидкість навколишнього повітря;</li> <li>• температура рідинного теплоносія на виході колектора;</li> <li>• загальна денна енергетична експозиція;</li> <li>• максимальний внутрішній тиск щодо адсорбера;</li> <li>• стійкість до опадів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• загальна площа колектора;</li> <li>• об'єм рідини;</li> <li>• загальна поверхнева густина потоку сонячного випромінення на площині колектора;</li> <li>• температура навколишнього повітря;</li> <li>• температура рідинного теплоносія на вході колектора;</li> <li>• температура рідинного теплоносія на виході колектора.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• поверхнева густина потоку випромінення;</li> <li>• масова швидкість потоку рідинного теплоносія;</li> <li>• питомі втрати теплоносія;</li> <li>• потік довгохвильового випромінення на площині колектора або температура точки роси.</li> </ul>

Представлення показників сонячних колекторів (СК) у вигляді трьох груп показників: безпеки, продуктивності та ефективності, структурує процедури вибору оптимальних рішень при розробці сучасних систем теплозабезпечення в промисловості та комунальному господарстві.

Підходи до оцінювання якості сонячних колекторів зазначають важливість показників безпеки на першому етапі. Визначення відповідності цих показників встановленим нормам є пріоритетним завданням. Далі, на етапі оцінювання продуктивності, важливим є правильне визначення, що визначатиме функціональну відповідність роботи СК в системі теплозабезпечення. На завершальному етапі оцінки якості, показники ефективності визначають ступінь відповідності експлуатаційних переваг даного типу СК в процесі їх використання.

Оцінка якості сонячних колекторів за показниками безпеки може стикається з труднощами, оскільки проведення випробувань за цією групою може призвести до погіршення надійності конкретного СК. У таких ситуаціях надзвичайно важливо мати достовірну інформацію про результати випробувань від виробника або акредитованих лабораторій.

Оцінюючи якість СК за показниками продуктивності, слід враховувати інформацію від виробника та акредитованих лабораторій. Проте не меншу роль гратиме інформація від споживачів, які експлуатують конкретний тип СК в своїх системах. Збір, обробка та концентрація такої інформації стане ефективним інструментом для усвідомленого вибору споживачем конкретного типу СК.

Враховуючи існуючі нормативи, для оцінювання ефективності СК використовують багато характеристик. Проте, для споживача ключовим показником ефективності є коефіцієнт корисної дії (ККД), який характеризує відношення перетвореної теплової енергії теплоносія до отриманої сонячної енергії.

На сьогоднішній день визначення коефіцієнта корисної дії (ККД) відповідно до [1] передбачає проведення тривалих та затратних випробувань, які вимагають спеціалізованих випробувальних лабораторій. Для пересічного споживача виконати весь комплекс нормованих випробувань є важкою задачею. Таким чином, важливим завданням стає розробка методики оцінювання якості сонячних колекторів (СК), яка, використовуючи достовірну інформацію з різних джерел щодо значень показників якості СК, дозволить споживачу оперативно та достовірно визначити рівень якості конкретного типу СК.

Ця методика повинна враховувати різні джерела інформації, включаючи дані від виробників, акредитованих лабораторій, а також від споживачів, які вже використовують певний тип СК у своїх системах. Використання цієї інформації має дозволити споживачам ефективно та надійно порівнювати різні типи сонячних колекторів і визначати їх відповідність конкретним потребам та умовам експлуатації.

Створення такої методики буде сприяти забезпеченню споживачів інструментами для інформованого вибору сонячних колекторів, раціонального використання енергії та підтримки сталого розвитку.

За даними [2] шкала оцінювання якості роботи сонячних колекторів представлена на проміжку від 0,2 до 1. Розділимо цей проміжок на чотири відрізки, використовуючи класифікацію за функцією бажаності Харрінгтона. Таким чином, можна провести ідентифікацію ефективності роботи сонячних колекторів за коефіцієнтом корисної дії, використовуючи наведену в таблиці 2 класифікацію.

**Таблиця 2**

<b>За Харрінгтоном</b>	<b>Оцінка роботи</b>	<b>Використання</b>
0.2 – 0.36	Малоефективна	Для нагрівання води у басейні.
0.37 – 0.62	Помірно ефективна	У літню пору року для підтримки підігріву теплої ужиткової води.
0.63 – 0.79	Ефективна	Для центрального низькотемпературного опалення для домашнього господарства, будинків, готелів, лікарень тощо, в осінню і весняну пори року.
0.8 - 1	Надефективна	Для центрального низькотемпературного опалення для домашнього господарства, будинків, готелів, лікарень і т.п. в зимову пору року.

Зазначена вище класифікація, представлена у вигляді шкали оцінювання, спрощує процес вибору сонячних колекторів відповідно до потреб споживачів, враховуючи значення коефіцієнта корисної дії (ККД) як комплексного показника якості. Залежно від своїх власних потреб споживач може скористатися цією класифікацією при виборі сонячних колекторів відповідно до їх призначення.

**Висновок.** Послідовність енергетичних та екологічних вигод, пов'язаних із застосуванням сонячних колекторів як альтернативних джерел енергії, робить їх розширення важливою і надзвичайно необхідною метою. Покращення екологічної ситуації та збільшення енергетичної незалежності України стають ключовими мотиваторами цього процесу. З урахуванням зростаючого попиту на альтернативні джерела енергії та різноманіття сонячних колекторів на ринку, впровадження методики оперативного контролю їх якості пропонує значний внесок у обґрунтованість їх вибору споживачами.

Ідентифікація ефективності сонячних колекторів за допомогою запропонованої класифікації стає ключовим елементом популяризації альтернативних джерел енергії, сприяючи підвищенню довіри споживачів до них і регулюванню конкуренції на ринку сонячних колекторів.

### **Список використаних джерел**

1. Колектори сонячні. Методи випробування. Частина 1. Теплові характеристики та перепад тиску закслених сонячних колекторів для нагрівання рідини (ISO 9806-1:1994, IDT): ДСТУ ISO 9806-1:2005. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 56с. – (Національний стандарт України).

2. Столярчук П., Микійчук Б., Яцук В., Шпак О. Оптимізація методики контролю якості сонячних колекторів. ISTCMTM. 2017; Volume 75.

3. Сидорчук Б.П. Оптимізація параметрів сонячного колектора. Технічні науки. – 2021. – Випуск 1 (57). – С. 98-104.

4. Дослідження підігріву води у проточних сонячних колекторах [Електронний ресурс] / В.М. Гудь, В.С. Мельник, В.А. Труш - Режим доступу: <http://esmo.kdu.edu.ua/statti/129.doc>.

**Нікіта ХИТРУК<sup>20</sup>,**  
студент 5-го курсу,  
**Денис ГАЙДАРЛИ,**  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СЕПАРАТОРІВ НА ОСНОВІ ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ**

***Анотація.** Проаналізовані конструктивні та функціональні особливості сепараторів на основі постійних магнітів, призначених для очищення немагнітних сипких середовищ, що транспортуються стрічковими конвеєрами, від небажаних феромагнітних включень. Описана конструкція удосконаленого дискового магнітного сепаратора з комбінованою магнітною системою та феритовими магнітами на периферії диску, що дозволяє при незмінній швидкості обертання немагнітного розвантажувального диску зменшити дальність вильоту феромагнітних включень та забезпечити їх попадання до зони розвантаження.*

***Annotation.** The structural and functional features of separators based on permanent magnets, intended for cleaning non-magnetic bulk media transported by belt conveyors from unwanted ferromagnetic inclusions, were analyzed. The design of an improved disk magnetic separator with a combined magnetic system and ferrite magnets on the periphery of the disk is described, which makes it possible to reduce the flight distance of ferromagnetic inclusions and ensure that they reach the unloading zone at a constant speed of rotation of the non-magnetic unloading disk.*

***Вступ.** У сільськогосподарському виробництві, переробній, будівельній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості широко використовуються дрібнодисперсні сипучі матеріали (зерно, насіння, борошно,*

---

<sup>20</sup>Науковий керівник: к.т.н., доцент Ярошенко Л.В. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

гіпс, каолін, кам'яна сіль, цукор, лікарські суміші тощо). При переробці таких матеріалів існує ризик їх забруднення випадковими металевими домішками (у вигляді пилу, стружки, дрібних шматочків), які утворюються в процесі демонтажу, поломок, а також внаслідок зношення обладнання [1]. Для очищення дрібнодисперсних немагнітних сипучих матеріалів від феромагнітних включень застосовуються магнітні сепаратори [2, 3].

Металомагнітні домішки досить різноманітні за розмірами, формою й походженням: предмети, що потрапилися випадково (цвяхи, шматочки металу, залізної руди й т. п.) і частки, що попадають у продукт у результаті зношування робочих органів, виготовлених зі сталі (бичі, решета й т. п.). Наявність таких домішок може привести до іскроутворення або ушкодження робочих органів машин. Особливо небезпечне й небажане попадання металомагнітних домішок у готову продукцію. Тому вміст їх у готовій продукції строго регламентується (не більше 3 мг/кг). Величина окремих часток у найбільшому лінійному вимірі не повинна перевищувати 0,3 мм, а маса окремих крупинок руди або шлаків не повинна бути більше 0,4 мг. У технологічному процесі переробки зерна передбачене також встановлення магнітного захисту (магнітного сепаратора) на борошномельних заводах [9].

У сепараторах при побудові магнітних систем знайшли застосування феритові магніти, як найбільш доступні і поширені. Феритові магніти складаються з оксиду заліза (приблизно на 80 %) і оксиду барію або оксиду стронцію [10]. Існують різні добавки, наприклад, оксид бору, кремнію, вісмуту, що дозволяє отримувати різні марки магнітів і, таким чином, трохи варіювати їх магнітні та фізичні властивості. Вартість феритових магнітів невелика, вона визначається вартістю складових компонентів і вартістю самого виробництва, це зумовило широке застосування цих матеріалів при проектуванні і виробництві сепараторів.

Стійкість до розмагнічування, широкий температурний діапазон (в середньому до 250 °С), корозійна стабільність і низька вартість феритових магнітів зумовили можливість їх застосування в магнітних сепараторах [4]. У магнітних сепараторах найбільш часто застосовують керамічні ферито-барієві магніти. Вихідні матеріали для їх виготовлення недефіцитні і дешеві, їхня коерцитивна сила в кілька разів більше порівняно з іншими магнітами цього класу.

**Виклад основного матеріалу.** Практичний досвід експлуатації магнітних систем сепараторів [6, 7] показав, що широке використання феритових магнітів зумовлене їх відносно невеликою вартістю, високою стабільністю магнітних властивостей та корозійною стійкістю. Так, при достатньо тривалому використанні таких систем (близько 30 років) зменшення магнітної індукції не перевищує 4 %. При розробці магнітних систем шківних сепараторів, доцільно також використовувати феритові постійні магніти через їхню відносно невисоку вартість. Основним недоліком феритових магнітів є невисока магнітна індукція серед всіх класів магнітів, то з розповсюдженням нових магнітних матеріалів, з більш високими магнітними властивостями, цей клас магнітів, при проектуванні

та виготовленні пристроїв для магнітної сепарації, використовуються дедалі все рідше.

При побудові магнітних систем сепараторів на основі постійних магнітів застосовують також комбінування магнітних матеріалів різних типів. Запропоновані комбіновані компоновальні рішення магнітних систем сепараторів барабанного типу, в яких передбачено використання як феритових, так й рідкоземельних постійних магнітів. Блоки феритових магнітів рекомендовано використовувати для підмагнічування крайніх рядів магнітів зі сплаву Nd-Fe-B та для покращення умов сходу рудного матеріалу з поверхні барабану. При цьому на відстані 20 мм від поверхні барабану магнітна індукція становить 0,2 Тл, а її градієнт – 5 Тл/м.

Магнітні системи сепараторів з постійними магнітами доцільно використовувати там, де потрібно підвищувати якість очищення при мінімальних габаритах сепаратора [8]. При цьому потребує уваги питання впливу матеріалу магнітів та компоновальних рішень магнітних систем на розподіл магнітного поля в робочих зонах магнітосепарувальних пристроїв. Вирішення цих завдань потребує проведення аналітичного огляду існуючих конструкцій магнітних сепараторів зі збудженням магнітного поля від постійних магнітів та умов їх експлуатації.

Одним з найбільш поширених типів магнітосепарувальних пристроїв є магнітні сепаратори для очищення сипких матеріалів, що транспортуються стрічковими конвеєрами. За геометричною формою активної (робочої) поверхні магнітні сепаратори цього типу поділяють на пристрої [2, 3]: - з плоскою формою активної поверхні (блочні магніти, стрічкові магнітні сепаратори); - з циліндричною формою активної поверхні (шківні та барабанні магнітні сепаратори); - з тороїдною плоскою формою активної поверхні (дискові магнітні сепаратори, підйомні магніти).

Всі магнітні сепаратори незалежно від активної форми робочої поверхні можуть встановлюватися, як у підвісному виконанні над стрічковим конвеєром (нижня подача вихідного матеріалу), так й під стрічкою транспортера (верхня подача вихідного матеріалу). Той чи інший спосіб установки залежить від речовини, що транспортується, і способу розвантаження [4].

Магнітні системи сепараторів для конвеєрних систем можуть відрізнятися за типом збудження робочого магнітного поля: - з електромагнітним збудженням та з відносно великими робочими між-полюсними проміжками (100-500 мм); - зі збудженням на основі постійних магнітів, передусім, магнітів на основі рідкоземельних матеріалів з високими магнітними характеристиками [6].

Використання у магнітних сепараторах постійних магнітів дозволяє відмовлятися від традиційних конструкцій магнітних систем з електромагнітним збудженням і замінювати їх магнітними системами нового покоління, які не поступаються принципово за максимальною інтенсивністю магнітного поля в робочій зоні сепаратора [6].

Перевагами магнітних сепараторів на основі рідкоземельних магнітів є [7]:



- тривалий термін стабільності магнітних властивостей (більше 12 років проти 3-5 у феритових магнітів);- відсутність споживання електроенергії для збудження постійного магнітного поля (у електромагнітів – до 9,8 кВт год.);
- високі магнітні властивості при значно менших розмірах і масі;
- зручність і безпечність в експлуатації та огляді завдяки оригінальним конструкціям і системам очистки від домішок; - легкість монтажу в існуючі технологічні лінії.

Залежно від умов розвантаження включень, можна виділити дві основні групи підвісних магнітних сепараторів: - з ручним розвантаженням; - саморозвантажувальні пристрої.

Саморозвантажувальні пристрої (стрічкові сепаратори) забезпечують безперервне (або періодичне) вилучення і розвантаження феромагнітних включень [12]. Вони містять спеціальні розвантажувальні пристосування, в якості яких застосовують: - розвантажувальні транспортні стрічки або немагнітні пластини (рейки) поступального руху; - очисники у вигляді скребків та розвантажувальних дисків обертального руху. Найчастіше, як пристрої для розвантажування використовується внутрішній транспортуючий орган у вигляді розвантажувальної стрічки (стрічкові магнітні сепаратори).

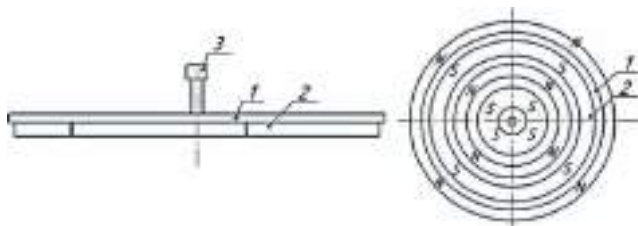
При встановленні над або під конвеєрною стрічкою з сипучим матеріалом також використовують дискові магнітні сепаратори обертального руху. Робочий орган дискових сепараторів має форму диску з торцевою активною поверхнею і розташований на ній магнітній системі.

Дискові магнітні сепаратори мають ряд переваг порівняно зі стрічковими пристроями. Робочі характеристики дискових сепараторів не змінюються при будь-якому їх розташуванні відносно конвеєрної стрічки. Малий осьовий розмір дискових магнітних сепараторів забезпечує їх компактність і зручність в експлуатації, конструктивну сумісність з приводним двигуном, що важливо для невеликих конвеєрних систем з шириною стрічки 200–650 мм, які найчастіше використовують у сільськогосподарському виробництві та на підприємствах харчової та фармацевтичної промисловості [2, 7]. При однакових умовах експлуатації, маса дискових сепараторів у середньому в 3–4 рази менша порівняно зі стрічковими пристроями.

Таким чином, для невеликих конвеєрних систем з шириною стрічки 200–650 мм при розміщенні сипких матеріалів, що підлягають сепарації, на стрічці конвеєра тонким шаром, доцільно використовувати дискові магнітні сепаратори. За рахунок відсутності в таких пристроях ефекту провисання розвантажувальної стрічки їх можна встановлювати безпосередньо близько до поверхні матеріалу.

Традиційна конструкція магнітного сепаратора дискового типу містить феромагнітний диск зі встановленою на ньому магнітною системою див. рис. 1 причому феромагнітний диск, встановлений з можливістю обертання в горизонтальній площині над поверхнею сипучого матеріалу, розміщені на диску концентричні кільцеподібні постійні магніти, в міжполюсному робочому проміжку яких утворюється магнітне поле з відносно високим градієнтом напруженості [8]. Недоліком сепаратора є відсутність автоматичного

розвантаження вилучених феромагнітних тіл, що ускладнює його експлуатацію. Для очистки поверхні магнітів необхідна зупинка процесу сепарації.

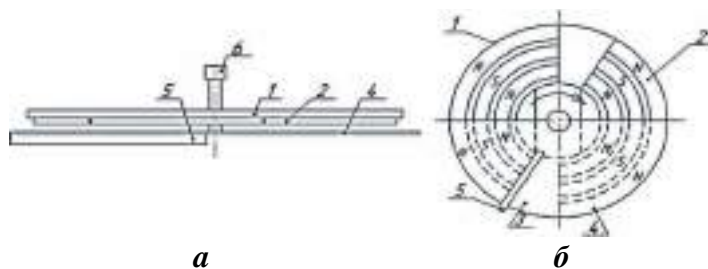


*1 – феромагнітний диск; 2 – магніти; 3 – двигун*

**Рисунок 1 – Дисковий магнітний сепаратор традиційної конструкції із ручним розвантаженням: загальний вигляд сепаратора (а); вид знизу (б)**

Проблема розвантаження вилучених феромагнітних включень є однією з актуальних експлуатаційних проблем сепараторів на постійних магнітах. Для автоматизації процесу розвантаження вилучених феромагнітних включень в дискових магнітних сепараторах часто застосовують такі конструктивні елементи, як обертальні немагнітні екрани та скребки.

Дисковий магнітний сепаратор (рис. 2) містить феромагнітний диск 1, встановлені на диску 1 концентричні дугоподібні магніти 2, відокремлені двома розвантажувальними секторами 3, виконаними із немагнітного матеріалу, обертовий диск 4, виконаний із немагнітного матеріалу та розміщений під магнітами 2 у площині, паралельній площині диску 1, нерухомий скребок 5, розташований під обертовим диском 4 збоку від конвеєра. За рахунок цих конструктивних особливостей забезпечується розвантаження видалених феромагнітних включень без припинення процесу сепарації.



*1 – феромагнітний диск; 2 – постійні магніти; 3 – розвантажувальні сектори;  
4 – обертовий немагнітний диск; 5 – скребок; 6 – двигун*

**Рисунок 2 – Удосконалена конструкція дискового магнітного сепаратора: загальний вигляд сепаратора (а); вид знизу (б)**

Феромагнітні частинки, що транспортуються разом з сипучою речовиною, під дією магнітних сил притягуються до поверхні немагнітного обертового диску 4 та деякий час обертаються разом з немагнітним диском 4, затримуючись біля нерухомого скребка 5, який розташовано збоку від конвеєра. Розвантаження вилучених феромагнітних включень відбувається у міру їх накопичення біля скребка 5 та при проходженні через місце скупчення феромагнітних часток одного з розвантажувальних секторів 3, виконаних з немагнітного матеріалу.

При проходженні через місце скупчення феромагнітних часток розвантажувального сектору 3, виконаного з немагнітного матеріалу, значно зменшується напруженість магнітного поля, що полегшує розвантаження вилучених феромагнітних включень без припинення робочого процесу. Крім того, завдяки розташуванню магнітів 2 дугоподібної форми з чергуванням полярності полюсів у радіальному напрямку в зоні розміщення розвантажувальних секторів 3, між полюсами магнітів 2 з однойменною полярністю утворюється вертикальна складова градієнту напруженості магнітного поля, направлена униз, що створює додаткові умови для покращення умов розвантажених видалених феромагнітних включень.

Отже, проведений огляд конструктивних особливостей та умов застосування конвеєрних підвісних систем для магнітної сепарації, призначених для очищення від феромагнітних домішок дрібнодисперсних сипких речовин, дозволяє зробити такі висновки: - за певних умов дискові магнітні сепаратори, в яких вилучення магнітних матеріалів до зони розвантаження здійснюється обертовими розвантажувальними дисками, мають переваги перед стрічковими магнітними сепараторами, дискові сепаратори доцільно використовувати для конвеєрних систем з шириною стрічки 200-650 мм, робочі характеристики дискових сепараторів не змінюються при будь-якому розташуванні їхніх магнітних систем відносно конвеєрної стрічки; - вирішення проблеми розвантаження пов'язане з розробкою нових конструктивних варіантів магнітних сепараторів з таким розподілом магнітного поля в робочій зоні, при якому забезпечується покращення умов розвантаження без застосування додаткових пристроїв та без погіршення ефективності сепарації.

На рис. 3 схематично показаний диск з магнітною системою, розташований над стрічковим конвеєром. В точці 0 на відстані  $R$  від осі обертання диска знаходиться феромагнітний об'єкт, вилучений із сипучого матеріалу, що транспортується конвеєром. Визначимо кутову швидкість  $\omega$  обертання диску навколо вертикальної осі, за якої почнеться ковзання об'єкту вздовж диска до його повного розвантаження. На рис. 6 вказані сили, що діють на об'єкт:

$\vec{F}_M$  – магнітна сила;

$\vec{N}$  – сила нормальної реакції опори;

$\vec{F}_T$  – сила тертя;

$mg$  – сила тяжіння ( $m$  – маса вилученого феромагнітного включення);

$\vec{g}$  – вектор прискорення вільного падіння);  $\vec{F}_i$  – відцентрова сила.

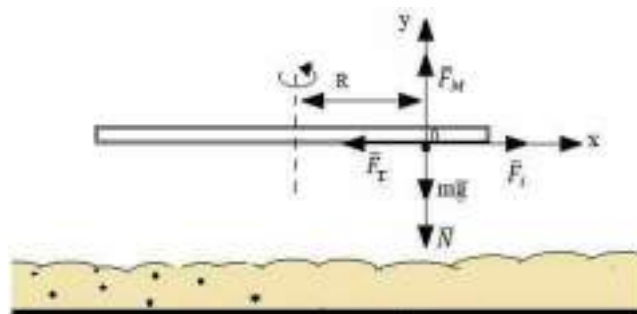


Рисунок 3 – Сили, що діють на вилучений феромагнітний об'єкт

Другий закон Ньютона для вказаної системи сил матиме вигляд:

$$F_M + N + F_T + m\bar{g} + \bar{F}_i = 0. \quad (1)$$

Вираз (1) в проєкціях на координатні осі  $Ox$  та  $Oy$ , відповідно, можна записати таким чином

$$F_T = F_i, \quad F_M - N - mg = 0, \quad (2, 3)$$

де  $F_T = \mu$  – модуль сили тертя;  $N$  – модуль сили нормальної реакції опори;  $\mu$  – коефіцієнт тертя (для пари сталь-сталь  $\mu = 0,8$  [7]);  $F_i = m\omega^2 R$  – модуль відцентрової сили.

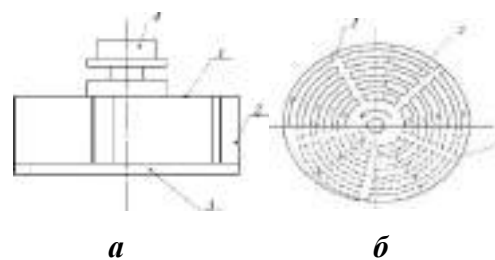
З урахуванням явного вигляду виразів для сили тертя  $F_T$  та сили інерції  $F_i$  розв'язання системи рівнянь (1)-(3) відносно  $\omega$  дає такий результат:

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{R} (k - 1)}, \quad (4)$$

де  $k = F_M / mg$  – параметр ( $k > 1$ ), що становить:  $k = 5-10$  – для ферит-барієвих магнітних систем;  $k = 20-25$  – для магнітних систем на основі рідкоземельних магнітів [4, 5].

Розрахунки за виразом (.4) дозволили отримати такі результати. Мінімальна частота обертання  $\omega$  диску, за якої почнеться ковзання об'єкту, розташованого на відстані  $R = 50$  мм від осі обертання диску, становитиме (для диску діаметром 700 мм): для ферит-барієвих магнітних систем – 241 об/хв; для магнітних систем на основі рідкоземельних магнітів – 526 об/хв [8, 9].

Конструкція дискового магнітного сепаратора схематично показана на рис. 4. Сепаратор призначений для встановлення над транспортерною стрічкою з сипкою речовиною [7].



*1 – феромагнітний диск; 2 – магніти; 3 – немагнітний обертовий диск; 4 – двигун*  
**Рисунок 4 – Дисковий магнітний сепаратор: загальний вигляд сепаратора (а);  
 вид знизу (б)**

Магнітний сепаратор дискового типу складається з нерухомого феромагнітного диску  $1$ , встановлені на диску  $1$  магніти  $2$ , розташовані по спіралі на однакових відстанях один від одного з чергуванням полярності полюсів як у напрямку розгортання спіралі, так і в радіальному напрямку, обертовий диск  $3$  з немагнітного матеріалу, розміщений під магнітами  $2$  у площині, паралельній площині феромагнітного диску  $1$  [8].

Магнітний сепаратор дискового типу працює таким чином. У робочому режимі сепаратор розташовують над поверхнею сипучого матеріалу, який містить феромагнітні включення, що транспортуються стрічковим конвеєром. Обертювий диск 3 з немагнітного матеріалу, розміщений під магнітами, 2 розташовано паралельно феромагнітному диску 1. В цей час у зоні знаходження сипкого матеріалу утворюється магнітне поле: біжуче – у радіальному напрямку та обертюве – у напрямку обертання диску 3 з немагнітного матеріалу [9, 10].

Феромагнітні частинки, що транспортуються разом з сипучим матеріалом, під дією магнітних сил притягуються до поверхні обертювого диску 3 з немагнітного матеріалу та починають обертатись разом з ним, одночасно рухаючись у напрямку розгортання спіралі та поступово переміщуючись по поверхні обертювого диску 3 з немагнітного матеріалу у радіальному напрямку до периферії диску.

Розташування магнітів 2 на феромагнітному диску 1 по спіралі забезпечує можливість самоочищення поверхні немагнітного обертювого диска 3 від феромагнітних включень завдяки створенню умов для їх переміщення в радіальному напрямку без будь-яких додаткових пристроїв, що набагато спрощує процес розвантаження вилучених феромагнітних включень без припинення робочого процесу сепарації.

Використання запропонованої конструкції в порівнянні з іншими аналогами [7, 9] дозволяє реалізувати переваги: - поліпшити умови розвантаження витягнутих феромагнітних включень при збереженні високої надійності вилучення; - забезпечити зниження масо-габаритних показників пристрою.

**Висновок.** запропоновано напрямок удосконалення дискового магнітного сепаратора, зокрема використання комбінованої магнітної системи з феритовими магнітами на периферії диску, що дозволить при не змінній швидкості обертання немагнітного розвантажувального диску зменшити дальність вильоту феромагнітних включень та забезпечено їх попадання до зони розвантаження, що відкриває нові напрями в розробці удосконалених конструкцій дискових магнітних сепараторів.

### Список використаних джерел

1. Загірняк М. В. Бранспиз Ю. А., Шведчикова І. А. Магнітнісепаратори. Проблеми проектування: моногр. Київ : Техніка, 2011. 224 с.
2. УКРПРОММАГНІТ. [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу <https://upm.in.ua/products/podvesnye-zhelezootdelite/> дата звернення: 22.06.2018
3. Патент України В03С 1/24. Дисковий магнітний сепаратор «ДМС» / Баралюк В.І., Москаленко С.В., Шатірішвілі О.В, Шатірішвілі В.О.; заявл. 09.01.07; опубл. 15.03.07, Бюл. № 3.
4. Патент України. 54723 В03С 1/24. Пристрій для вилученняметалевих включень / Шведчикова І.О., Голубєва С. М, Земзюлін М.О. заявл. 19.04.10; опубл.25.11.10, Бюл. №22.

5. Шведчикова І. О. Наукові основи системного проектування магнітних сепараторів. Кременчук: Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського, 2012. 350 с.

6. Мелконова І.В., Шведчикова І. А., Мелконов Г.Л. Визначення розподілу силової функції в робочій зоні магнітного дискового сепаратора. *Східно – європейський журнал передових технологій*. 2019. Т. 5, №5 (101). С. 22 – 29.

7. Баришев О. І., Закалов О.В., Жидков Ю.В. Механізація вантажно-розвантажувальних, транспортних і складських робіт. Донецьк: Норд-Пресс, 2007. 199 с.

8. Справочник по хлебопекарному производству. Т.1 Оборудование и тепловое хозяйство. 1992, 314 с.

9. Шинкаренко В. Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. Київ: Наукова думка, 2002. 288 с.

10. Ярошенко Л. В. Вібраційні технологічні машини із вертикальним приводним валом: монографія. Вінниця : ТВОРИ, 2023. 280 с.

НАПРЯМ

4

## ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ<sup>1</sup>,

студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ТЕПЛОВІ ОБМЕЖЕННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН

**Анотація.** В статті розглядеться актуальна наукова проблема підвищення ефективності механічної обробки за допомогою накладення модульованих ультразвукових коливань на мастильно-охолоджуючу рідину та інструмент, що дозволяють збільшити проникаючу дію мастильно-охолоджуючої рідини і поліпшити теплообмін в зоні різання. Отримане рішення задачі теплопровідності взаємодіючих об'єктів в зоні різання при механічній обробці із загальною граничною умовою дозволяє апіорно виключити визначення теплового балансу в зоні контакту, що забезпечує підвищення достовірності та точності числового моделювання.

**Ключові слова.** інструмент, заготовка, мастильно-охолоджуюча рідина, ультразвук, механічна обробка.

**Annotation.** The article discusses the actual scientific problem of increasing the efficiency of mechanical processing by applying modulated ultrasonic vibrations to the lubricating-cooling liquid and the tool, which allow to increase the penetrating effect of the lubricating-cooling liquid and improve the heat exchange in the cutting zone. The obtained solution to the problem of thermal conductivity of interacting objects in the cutting zone during machining with a general boundary condition allows a priori to exclude the determination of the heat balance in the contact zone, which ensures an increase in the reliability and accuracy of numerical modeling.

**Keywords.** tool, workpiece, lubricating and cooling fluid, ultrasound, mechanical processing.

<sup>1</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

**Вступ.** Технологічне забезпечення якості та підвищення конкурентоспроможності продукції машинобудування, що є запорукою сталого зростання національної економіки, нерозривно пов'язані з переходом на «високі» технології, що відрізняються інтенсифікацією продуктивності механічної обробки, яка, за оцінками експертів, в першій чверті нашого століття має зрости вдвічі [1]. Як правило, збільшення виробничої діяльності обробки пов'язане з ростом теплоутворення в зоні різання і збільшенням теплового навантаження на поверхневі шари заготовки і ріжучого інструменту, яка, в свою чергу, лімітує період стійкості інструменту і якість оброблених деталей.

Тому ефективна реалізація всіх потенційних можливостей механічної обробки можлива лише в умовах максимально допустимої (критичної) теплової навантаженості на поверхневий шар взаємодіючих при обробці об'єктів.

**Виклад основного матеріалу.** Якість машинобудівної продукції в значній мірі визначається фізико-механічним станом поверхневого шару деталей машин, який формується в процесі їх виготовлення (особливо на заключних його операціях) в результаті складної термомеханічної взаємодії заготовки, ріжучого інструменту, стружки, а також технологічної (мастильно-охолоджувальної) і навколишнього середовища в контактних зонах механічної обробки. Тому для випуску конкурентоспроможної продукції сучасні процеси виготовлення деталей машин повинні включати технологічні методи і прийоми, що забезпечують можливість спрямованого формування якості поверхневого шару. У ряді випадків, особливо при виготовленні тертьових деталей виникає необхідність розробки нових технологічних методів і прийомів (як правило, на основі концентрації фізичних принципів дії на об'єкт обробки), що перешкоджають технологічну наслідувану зміні, внесених в теплонавантаженому поверхневому шарі.

Найбільш ефективним засобом захисту поверхневого шару заготовки і інструмента від деструктивних термомеханічних впливів в зоні обробки були і залишаються мастильно-охолоджувальні технологічні засоби, які знаходяться в вихідному твердому, пластичному, рідкому, газоподібному стані і штучно вводяться в зону механічної обробки [1]. Найбільше застосування на практиці отримали мастильно-охолоджувальні технологічні засоби в вихідному рідкому стані, позначаються терміном «мастильно-охолоджуючі рідини» (МОР).

На сучасному етапі багато питань підвищення продуктивності обробки поверхонь, забезпечення стійкості ріжучого інструменту і якості оброблених деталей традиційно вирішували екстенсивно, шляхом збільшення витрати подаваної мастильно охолоджуючої рідини.

У зв'язку з тим, що мастильно-охолоджуюча рідина є найбільш ефективним засобом захисту поверхневого шару заготовок і інструментів від руйнівних термомеханічних впливів в області обробки, до цих пір багато питань забезпечення довговічності ріжучого інструменту, продуктивності механічної обробки та якості деталей машин традиційно були широко досягнуті за рахунок збільшення потоку мастильно-охолоджуючої рідини. Але, як відомо,



лише невелика частина поданої на певній технологічній операції мастильно-охолоджуючої рідини проходить безпосередньо через капілярно-пористий простір оброблюваної зони.

Таким чином, витрати мастильно-охолоджуючої рідини безпосередньо через зону шліфування на 2-3 ступеня менше, ніж загальна вартість мастильно-охолоджуючої рідини. Водночас ефективність транспортування мастильно-охолоджуючої рідини до області обробки, як правило, значно знижується. При збільшенні швидкості різання, як і в цьому випадку, значна перешкода для мастильно-охолоджуючої рідини повітряні течії генеруються навколо обертових інструментів. Тому, найчастіше ріст тепловіддачі в контактних зонах сучасних високопродуктивних технологічних операцій стає все більш важким для компенсації великого збільшення потоку подавання мастильно-охолоджуючої рідини.

Крім того, як зазначалося вище, через збільшення вартості мастильно-охолоджуючої рідини, а також через екологічні обмеження, останнім часом стає дедалі більш актуальними питаннями ресурсозберігаючого і екологізованого використання мастильно-охолоджуючих рідин. Таким чином, згідно з доступними даними, у великомасштабному виробництві для заходів, пов'язаних з використанням мастильно-охолоджуючих рідин, рахунок на частку сумарних витрат на виробництво, в чотири рази вартості різального інструменту. Витрати, пов'язані з видаленням і регенерації витрачених мастильно-охолоджуючих рідин: тільки Німеччина (станом на кінець минулого століття) використала більш ніж 750 000 тонн на рік МОР у вартості до 1 500 євро або більше для утилізації однієї тонни.

Науково обґрунтоване рішення щодо питань ресурсозберігаючого використання мастильно-охолоджуючої рідини передбачає мінімізацію їх споживання (до сухої обробки) на всі операції процесу виготовлення деталей, забезпечуючи при цьому на кожному етапі відповідну якість і продуктивність обробки, як за рахунок інтенсифікація функціональних дій мастильно-охолоджуючої рідини в зоні різання, так і через альтернативні технічні та технологічні рішення.

Більш того, компенсування інтенсифікує теплоутворення в зонах сучасних високопродуктивних операцій механічної обробки шляхом екстенсивного збільшення витрати мастильно-охолоджуючої рідини стає не тільки малоефективним, але і недостатнім. Проілюструємо сказане на прикладі. Ефективність охолоджуючої та мастильно охолоджуючої дії, як відомо, оцінюють коефіцієнтом тепловіддачі  $a$  чи пов'язаним з ним числом Нуссельта  $Nu = \alpha L_K / \lambda_{\text{ж}}$  (де  $L_K$  – довжина контакту, м;  $\lambda_{\text{ж}}$  – теплопровідність МОР, Вт/(м·К))[3]. Взаємозв'язок ефективності охолоджуючої дії мастильно-охолоджуючої рідини з її витратою можна проаналізувати на основі наявних в літературі експериментальних даних з гідродинаміки і тепловіддачі, отриманих для різних технологічних умов обробки [1]. Так, в [2] наведені емпіричні рівняння подібності, отримані відповідно до шліфування (аналогічні рівняння подібності можна отримати і для інших видів обробки):

$$Nu_f = 0,36Re_f^{0,24}Pr_f^{0,1} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25}, \quad (1)$$

$$V_{ж} = 10,2V_N \left(\frac{V_{мор}}{V_N}\right)^{0,4} \left(\frac{v_{ж}}{v_{N}Z_K}\right)^{0,1} \left(\frac{Z_K}{L_K}\right)^{0,29}, \quad (2)$$

Де  $Re = V_{ж} h_0 / \nu_{ж}$  – число Рейнольдса;  $V_{ж}$  – швидкість проникання мастильно-охолоджуючої рідини в зоні контакту, м/с;  $h_0$  – ефективний розрив між поверхнями круга (приблизно дорівнює половині зерна круга), м;  $\nu_{ж}$  – кінематична в'язкість мастильно-охолоджуючої рідини, м<sup>2</sup>/с;  $Pr = \mu_{ж} c_{ж} / \lambda_{ж}$  – число Прандтля;  $\mu_{ж}$  – динамічна в'язкість мастильно-охолоджуючої рідини, Па·с;  $c_{ж}$  – питома теплоємність мастильно-охолоджуючої рідини, Дж/(кг·К);  $V_N$  – робоча швидкість шліфовочного круга, м/с;  $V_{сож}$  – швидкість мастильно-охолоджуючої рідини при виході із сопла, м/с;  $Z_K$  – зернистість круга, мм.

Латинські індекси  $w$  і  $f$  у чисел Нуссельта, Рейнольдса і Прандтля означають, що при розрахунку цих чисел теплові фізичні властивості повинні прийматися за температури зони контакту і температури струменя мастильно-охолоджуючої рідини відповідно [1, 4].

Результати обчислень рівнянь (1) і (2) приведені на рис. 1, що ілюструє взаємозв'язок дії охолодження МОР при її споживанні при обслуговуванні в області шліфування за допомогою поливу. Для заданого рівня інтенсифікації тепловіддачі в зоні шліфування по залежності (1) підраховували еквівалентну величину екстенсивного збільшення швидкості течії мастильно-охолоджуючої рідини через зону обробки, а по залежності (2) – швидкості на виході з сопла при подачі її поливом, фіксуючи при цьому значення всіх інших параметрів в залежності.

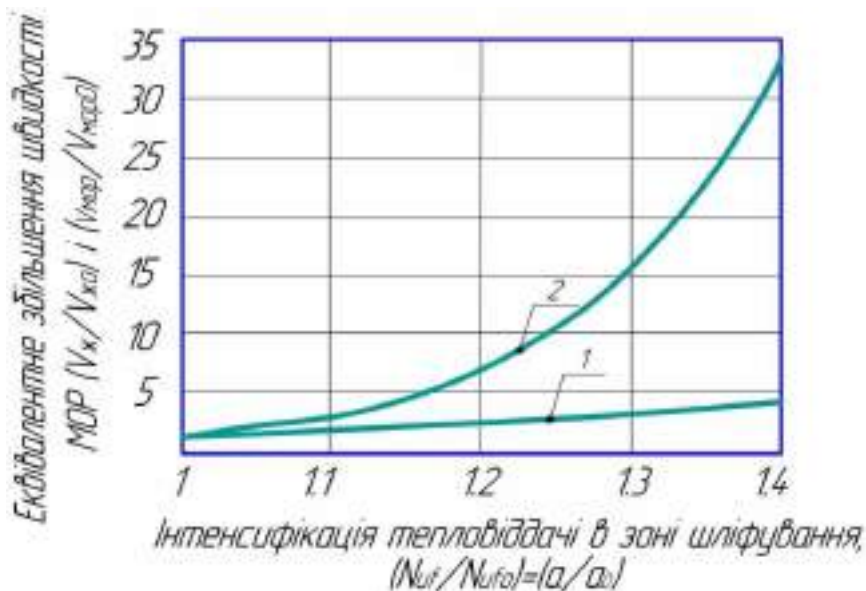


Рис. 1. Збільшення витрати МОР через зону шліфування (крива 1) і сопло для її подачі (крива 2), еквівалентну інтенсифікації тепловіддачі в зоні шліфування

Оскільки швидкість мастильно-охолоджуючої рідини на виході з сопла прямо пропорційна її об'ємній витраті при обробці, з рис. 1 випливає, наприклад, що для інтенсифікації тепловіддачі в зоні шліфування на 15 %

необхідно збільшити витрату подачі мастильно охолоджуючої рідини більш ніж в 4 рази, а для збільшення тепловіддачі на 40 % – вже більш ніж в 30 разів.

Крім охолоджуючої дії, мастильно-охолоджуючі рідини надають вплив на температурний режим механічної обробки, теплове навантаження на поверхневому шарі заготовки та інструменту надає і мастильну дію. Якщо перше проявляється у відведенні із зони обробки частини виділеного тепла, то друге – в зменшенні сили різання, а значить і потужності теплоутворення в зоні обробки (див. залежність (2)). Сукупне теплове навантаження на поверхневий шар заготовки та інструменту в зоні обробки може бути визначена з теплового балансу [3]:

$$\lambda_{\text{И}} \left( \frac{dT_{\text{И}}}{dn_{\text{И}}} \right)_{n_{\text{И}}=0} + \lambda_{\text{З}} \left( \frac{dT_{\text{З}}}{dn_{\text{З}}} \right)_{n_{\text{З}}=0} = q_{\text{вигляд}} - q_{\text{ж}} - q_{\text{с}}; \quad (3)$$

$$T_{\text{И}} = T_{\text{З}},$$

де  $\lambda_{\text{И}}, \lambda_{\text{З}}$  – теплопровідність інструментального та переробленого матеріалу відповідно до температури контакту, Вт/(м·К);  $n_{\text{И}}, n_{\text{З}}$  – нормаль до поверхні відповідного інструменту і заготовок на аналізованій ділянці зони контакту, м;  $q_{\text{вигляд}} = PV/S$  – поверхнева щільність теплового потоку, що виділяється в зоні контакту, Вт/м;  $P$  – дотична складова сили різання, Н;  $S$  – площа контакту інструменту з заготовкою, м<sup>2</sup>;  $q_{\text{ж}}, q_{\text{с}}$  – поверхнева щільність теплового потоку, що відводиться із зони контакту відповідно разом з мастильно-охолоджуючою рідиною і стружкою, Вт/м<sup>2</sup>;  $T_{\text{И}}, T_{\text{З}}$  – місцева контактна температура інструменту і заготовки відповідно, К.

При цьому поверхнева щільність теплового потоку  $q_{\text{ж}}$ , що відводиться з зони контакту за рахунок нагріву і пароутворення мастильно-охолоджуючої рідини, визначається залежністю

$$q_{\text{ж}} = \alpha(T - T_f) = \begin{cases} \frac{c_{\text{ж}} G_{\text{ж}} (T - T_s)_{\text{при}, T \leq T_s}}{S}, \\ \frac{c_{\text{пж}} G_{\text{пж}} (T - T_s) + c_{\text{ж}} G_{\text{ж}} (T_s - T_f)_{\text{при}, T > T_s}}{S}, \end{cases} \quad (4)$$

де  $\alpha$  – середньозважений коефіцієнт тепловіддачі мастильно-охолоджуючої рідини в зоні контакту, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $G_{\text{ж}}, G_{\text{пж}} = c_{\text{ж}} G_{\text{ж}} (T - T_s)/R$  – відповідно масова витрата мастильно-охолоджуючої рідини і її пара безпосередньо через зону обробки, кг/с;  $c_{\text{ж}}$  – питома теплоємність мастильно-охолоджуючої рідини, Дж/(кг·К);  $R$  – питома теплота пароутворення мастильно-охолоджуючої рідини, Дж/кг;  $T_s$  – температура насиченості мастильно-охолоджуючої рідини, К;  $T_f$  – температура потоку мастильно-охолоджуючої рідини, К.

Ліва частина першого рівняння (3) являє собою сукупне теплове навантаження на поверхневий шар заготовки та інструменту, перший доданок в правій його частині характеризує мастильну дію мастильно-охолоджуючої рідини, а другий – охолоджуючу дію. Як випливає з аналізу залежностей (3) і (4), альтернативна реалізація мастильної дії мастильно-охолоджуючої рідини, представляє собою такі технологічні прийоми, які забезпечують значне

зменшення сили різання (найбільш ефективною з таких альтернатив є вплив на елементи технологічної системи ультразвуковими полями, які радикально змінюють характер контактних взаємодій, сприяючи зниженню зовнішнього і внутрішнього тертя). Реалізація ж охолоджуючої дії мастильно-охолоджуючої рідини, що передбачає відведення теплоти в інше (за винятком заготовки та інструменту) середовище, по суті своїй, є безальтернативною (за винятком хіба що тепловідведення в тверді і газоподібні мастильно-охолоджуючі технічні засоби або навколишнє середовище).

При цьому слід підкреслити, що якщо для забезпечення ефективної мастильної дії потрібно досить невеликої витрати (порядку декількох мілілітрів на хвилину або навіть на годину) вуглеводневої мастильно-охолоджуючої рідини, то ефективна реалізація охолоджуючої дії вимагає значної витрати рідини (близько декількох літрів або десятків літрів на хвилину). Очевидно, що мінімізація об'ємів застосування мастильно охолоджуючої рідини на операціях механічної обробки пов'язана з дозуванням мастильно-охолоджуючої рідини, адекватним тепловим навантаженням на поверхневий шар заготовки та інструменту в конкретних технологічних умовах обробки (режим різання, конфігурація заготовки і оброблюваних її поверхонь, конфігурація інструменту і його робочих поверхонь, марки оброблюваного і інструментального матеріалів).

Припустимо, що техніка подачі мастильно-охолоджуючої рідини характеризується певним значенням «коефіцієнта корисної дії»  $K_{\eta}$ , що представляє собою співвідношення між витратою рідини безпосередньо через зону обробки  $G_{ж}$  і загальною витратою рідини, що подається  $G_{ж0}$ . Тоді з урахуванням залежностей (3) і (4) концепцію ресурсозберігаючого застосування мастильно-охолоджуючої рідини при механічній обробці для заданих технологічних умов можна подати наступним чином:

$$G_{ж0} = \frac{G_{ж}}{K_{\eta}} \rightarrow \min \quad (5)$$

при обмеженні:

$$T_{и} = T_{з} \leq T_{кр}, \quad (6)$$

де  $T_{кр}$  – гранична контактна температура, визначається практичними потребами, такими як початок температури вторинних структурних фаз перетворень, або на основі інших обмежень.

Тим не менш, відомо, що на практиці це часто більш економічно ефективно, щоб реалізувати переваги зниження температури в області обробки, не зменшуючи споживання мастильно-охолоджуючої рідини, та підвищення продуктивності обробки. У всіх випадках практична реалізація ресурсозберігаючих мастильно-охолоджуючих рідин на механічних операціях з обробки немислимі без термічних аналізів і можуть бути забезпечені набором заходів у наступних напрямках.

По-перше, реалізуючи функціональні дії, мастильно охолоджуючої рідини на основі альтернативних технічних і технологічних рішень,

спрямованих на скорочення витрат на електроенергію і генерації тепла в області обробки шляхом зміни умов контактної взаємодії інструменту з заготовкою, особливо під впливом ультразвукового поля.

По-друге, за рахунок посилення функціональних дій мастильно-охолоджуючих рідин шляхом удосконалення їх складу, а також активізації їх з деякими наслідками (наприклад, охолодження мастильно-охолоджуючої рідини, накладання на потік мастильно-охолоджуючої рідини) ультразвукового поля, коливання тиску для активізації теплової віддачі.

По-третє, підвищення ефективності подачі мастильно-охолоджуючої рідини при збільшенні її потоку безпосередньо через область обробки, в якій фактично мастильно-охолоджуюча рідина і проявляє свої функціональні дії (змащування, охолодження), шляхом вдосконалення техніки подачі мастильно охолоджуючої рідини.

Нарешті, по-четверте, корекція негативних змін «фізико-механічного стану, виконаний в теплонавантажених поверхневих шарах заготовок і інструментів в обробці з обмеженим використанням мастильно-охолоджуваних рідин.

**Висновок.** Таким чином, з огляду на вище зазначене, компенсація інтенсивного теплоутворення у високопродуктивних механічних обробних зонах шляхом збільшення потоку мастильно-охолоджуючих рідин в сучасних умовах стає не тільки неефективною, але і недостатньою. Альтернативним рішенням цього є використання ультразвуку в механічній обробці.

### Список використаних джерел

1. Turych V., Veselovska N., Rutkevych V., Shargorodsky S. Investigation of the process of thread extrusion using the ultrasound. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*. 2017. № 6/1 (90). P. 60–68.
2. Turych V., Rutkevych V., Goncharuk N., Ogorodnichuk G. Investigation of the process smoothing with ultrasonic. *Eastern-European Journal of Enterprise technologies*. 2018. № 3/1 (93). P. 22–33.
3. Турич В.В., Руткевич В.С. Визначення режимів обробки в процесі ультразвукового вигладжування з попереднім зазором. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. № 4 (99). С. 104–107.
4. Руткевич В.С., Кушнір В.П. Розрахунок на міцність деформуючих елементів та розробка конструкцій прошивок для обробки з накладанням ультразвуку. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. № 2 (101). С. 135–144.
5. Руткевич В.С. Моделивання процесу контактної взаємодії інструмента з деталлю із накладанням осьових ультразвукових коливань. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 2 (97). С. 61–71.

Вадим ГАНЖА<sup>2</sup>,  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ БЛОЧНО-ПОРЦІЙНОГО ВИВАНТАЖЕННЯ СТЕБЛОВОГО КОРМУ РІЗАКОМ ДЛЯ СИЛОСУ

***Анотація.** Розглядаються шляхи підвищення ефективності різача для силосу при вивантаженні стеблового корму блочно-порційним способом. Запропоновано конструкцію та описано принцип роботи навантажувального засобу (різача для силосу) для блочно-порційного вивантаження стеблового корму. Проаналізовано основні закономірності зміни продуктивності в залежності від геометричних параметрів робочого органу навантажувача, фізико-механічних властивостей стеблового корму, технологічних особливостей вивантаження і режимних показників навантажувача та ріжучого органу – ножа.*

***Annotation.** Ways to improve the efficiency of the silage cutter when unloading stem fodder by the block-portion method are considered. The design and principle of operation of a loading device (cutter for silage) for block-portion unloading of stem fodder is proposed and described. The main regularities of changes in productivity depending on the geometrical parameters of the working body of the loader, physical and mechanical properties of stalk fodder, technological features of unloading and mode indicators of the loader and the cutting body – the knife are analyzed.*

**Вступ.** Розвиток тваринництва призводить до різкого збільшення об'ємів навантажувально-розвантажувальних робіт на тваринницьких комплексах і фермах. Виникає гостра необхідність у використанні універсальних навантажувачів, призначених для вивантаження та навантаження стеблових та інших кормів протягом року [1].

Рішення поставленої задачі в значній мірі залежить від механізації усіх процесів в кормовиробництві, розробці та впровадженню у виробництво перспективних, енергозберігаючих, малогабаритних засобів механізації, які відповідають світовим стандартам і мають високу експлуатаційну надійність.

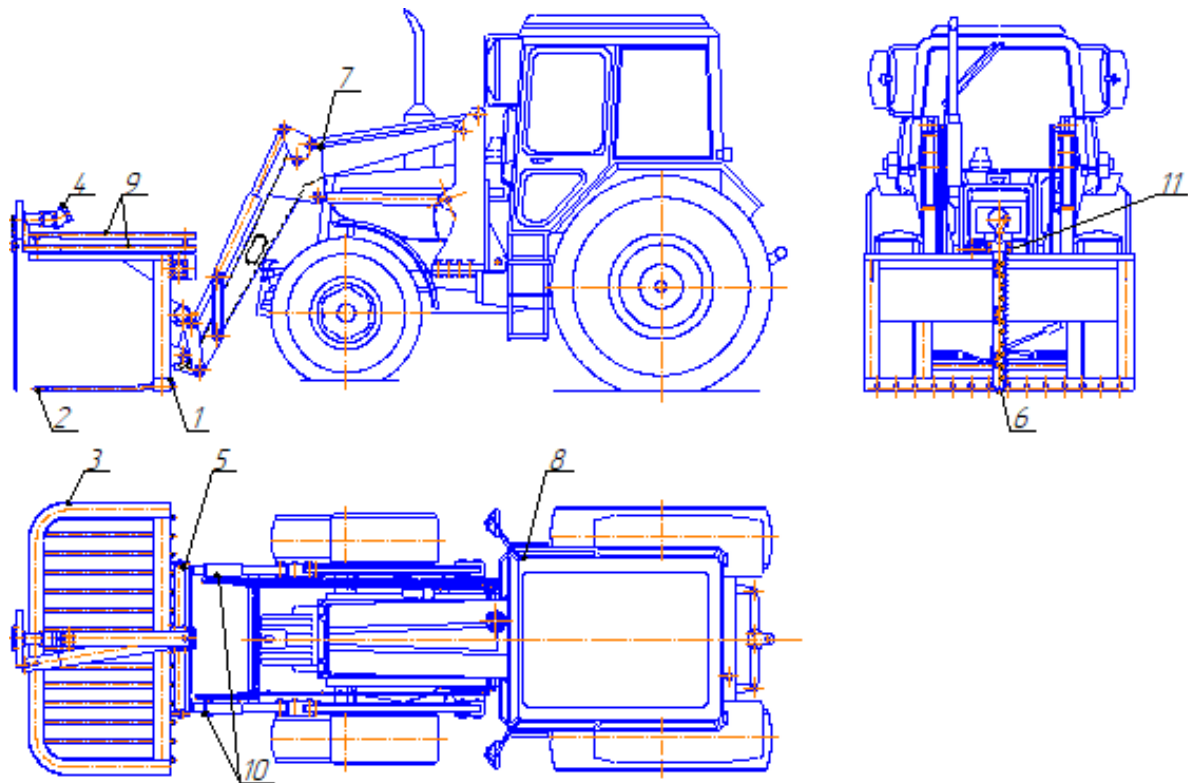
**Виклад основного матеріалу.** Принципову схему різача для блочно-порційного вивантаження силосу з траншейних сховищ показано на рис. 1 [2].

Навісне обладнання складається з вантажопідйомної системи навантажувача ПКУ-0,8 і нового робочого органу, який містить раму 1 з вилючним захватом 2, механізм подачі 5 (реєчний гідроциліндр) і привод ножа 4 (гідромотор). Рама являє собою зварну конструкцію і складається з двох

---

<sup>2</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедрі машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

вертикальних стійок з кронштейнами кріплення до стріли навантажувача, верхнього і нижнього горизонтальних брусів. На нижньому брусі кріпляться вила 2. Для запобігання осипання корму рама має решітку.



**Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема різачка для силосу: 1 – рама, 2 – вила, 3 – П-подібна рамка, 4 – гідромотор, 5 – реєчний гідроциліндр, 6 – ніж, 7 – стріла навантажувача, 8 – трактор МТЗ-80, 9 – телескопічний важіль, 10 – гідроциліндри, 11 – приводний механізм**

Механізм подачі призначений для пересування й орієнтації ножа паралельно траєкторії переміщення. Він містить телескопічний важіль 9 з опорним роликом, що встановлено в П-подібній рамці різачка для силосу і приводиться в рух від реєчного гідроциліндра 5, П-подібна рамка з'єднана з верхнім брусом рами та з метою забезпечення жорсткості посилена розкосами. Ролик розташований в направляючій рамці і може перекочуватися по ній. Телескопічний важіль 9 орієнтує ніж в площині, паралельній траєкторії переміщення ножа в будь-якій її точці.

Механізм приводу забезпечує зворотно-поступальний рух ножа 6 і містить каретку, гідромотор 4, направляючі, водило, в пазу якого розміщений ексцентрик. Він насаджений на вал гідромотора і приводить водило з ножем в коливальний рух. Каретка оснащена двома кронштейнами. Привод виконавчих гідродвигунів різачка здійснюється від вільного каналу гідросистеми трактора.

Принцип роботи відбувається у такій послідовності: при крайньому нижньому положенні різачка вила 2 впроваджуються в кормовий масив під напором енергетичного засобу (трактора) та одночасно приводяться в дію виконавчі гідродвигуни (гідромотор 4 привода ножа та реєчний гідроциліндр 5 привода подачі ножа). Таким чином при переміщенні рухомого ножа відбувається відокремлення блок-порції від кормового моноліту, після чого

відбувається холостий хід (повернення ножа у вихідне положення).

Одна з основних вимог до навантажувачів силосу – максимальна продуктивність при мінімальних енерговитратах [3, 4]. Теоретична продуктивність навантаження стеблового корму за одиницю часу за умови безперервної роботи навантажувача і при максимальному використанні його технічних параметрів визначається виразом:

$$Q = 3,6 m_6 / t_{\text{ц}}, \quad (1)$$

Де  $m_6$  – номінальна маса блоку, кг;

$t_{\text{ц}}$  – тривалість навантажувального циклу, с.

Маса кормового блоку визначається за виразом:

$$m_6 = V_6 \rho k_0, \quad (2)$$

Де  $V_6$  – теоретичний об'єм блоку, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – середня щільність корму, кг/м<sup>3</sup>;

$k_0$  – коефіцієнт використання теоретичного об'єму.

При відділенні блоку від основного масиву щільність в ньому практично не змінюється, тому значення щільності корму в блоці приймаємо рівним значенню щільності масиву. Оскільки другий і наступні блоки за пропонованою технологією відрізаються тільки з двох сторін, вони формуються усіченими з одного боку. У зв'язку з цим введено коефіцієнт використання теоретичного об'єму  $k_0$ . Він пояснює зменшення об'єму блоку в порівнянні з теоретичним і пов'язаний із зменшенням площі блоку по основі.

Розглядаючи блок корму, як прямокутну призму, коефіцієнт  $k_0$  можна виразити відношення:

$$k_0 = 1 - \frac{\Delta A}{A_m}, \quad (3)$$

де  $\Delta A$  – площа зони перекриття, м<sup>2</sup>;

$A_m$  – теоретична площа основи призми, м<sup>2</sup>.

Виразивши площу основи призми  $A_m$  через довжину  $a$  і ширину  $b$  (рис.2), а площу зони перекриття  $\Delta A$  як площу трикутника, отримаємо:

$$k_0 = 1 - \frac{\Delta a}{2a}, \quad (4)$$

де  $\Delta a$  – основа зони перекриття, м.

Тривалість навантажувального циклу навантажувача стеблового корму визначається за виразом:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{в}} + t_{\text{от}} + t_{\text{ре}}, \quad (5)$$



де  $t_n$  – час, що витрачається на під'їзд навантажувача до кормового масиву, орієнтацію вил в горизонтальній площині і їх впровадження, с;  $t_e$  – час, що витрачається на вирізання блоку корму, с;  $t_{om}$  – час, що витрачається на відрив блок-порції по основі і підйом стріли, с;  $t_{pb}$  – час під'їзду навантажувача до транспортного засобу і розвантаження вил, с.

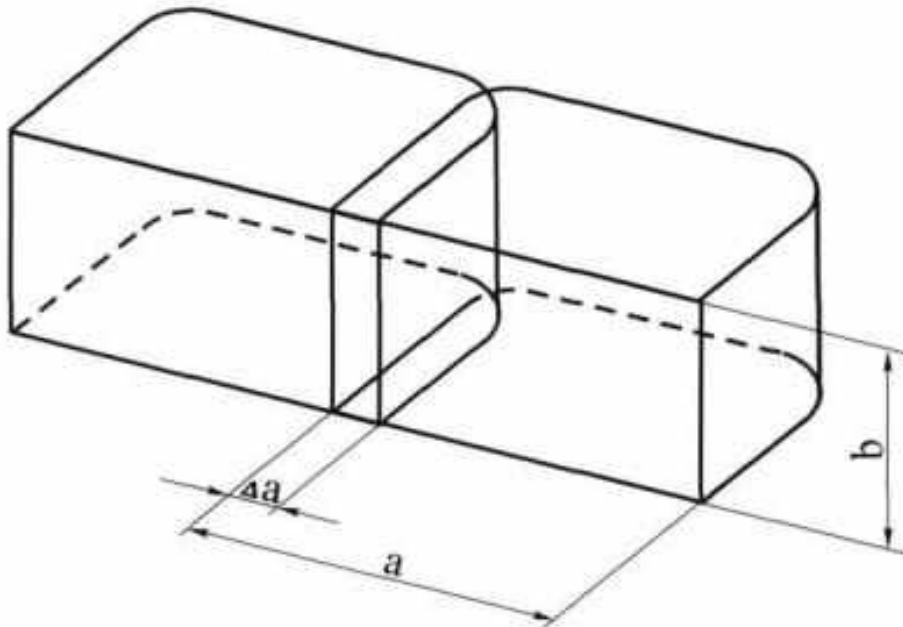


Рис. 2. Схема для визначення об'єму блок-порції стеблового корму

Аналізуючи баланс часу навантажувального циклу, приходимо до висновку, що складова  $t_e$  найбільш тривала. Вона в основному і визначає продуктивність навантажувача. Отже, продуктивність навантажувача збільшиться, якщо значення  $t_e$  зменшиться.

Час на вирізання блоку визначається за виразом:

$$t_b = \frac{(a+b)}{v_n} k_p, \quad (6)$$

де  $v_n$  – швидкість подачі ножа, м/с;  $k_p$  – коефіцієнт, який враховує довжину траєкторії різання.

Значення коефіцієнта  $k_p$  менше 1, так як технологією передбачено вирізати блок-порцію корму лише з двох сторін. В зв'язку з цим  $k_p$  визначається як відношення теоретичного периметру блока, по якому відрізається порція, до фактичного.

З урахуванням того, що тільки перший блок на початку ряду  $z$  відрізається по теоретичному параметру  $(a+2b)$ , інші  $(z-1)$  блоки відрізаються по  $(a+b)$ , коефіцієнт  $k_p$  визначається за виразом:

$$k_p = \frac{(a+b)(z-1)+(a+2b)}{(a+2b)z}, \quad (7)$$

Після перетворення виразу (1) продуктивність різака для вивантаження стеблового корму визначається за виразом:

$$Q = \frac{3,6V_6\rho k_0}{t_n+t_{om}+t_p+\frac{k(a+b)}{v_n}} \quad (8)$$

Залежність продуктивності різака для силосу від режимних параметрів і фізико-механічних властивостей стеблового корму представлено на рис. 3.

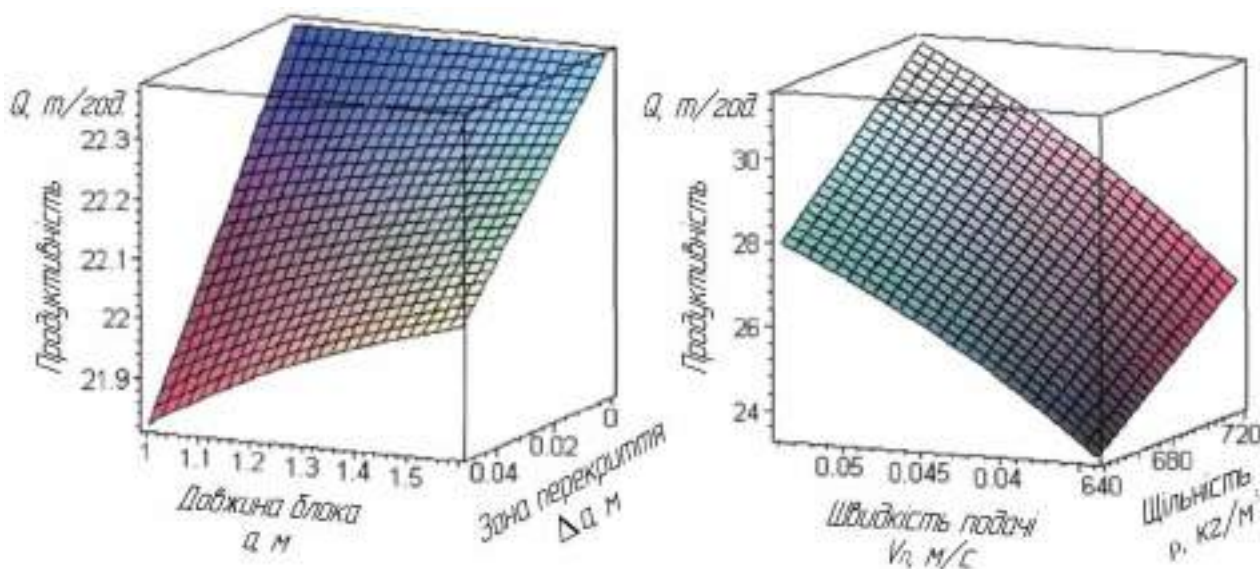


Рис. 3. Залежність продуктивності різака для силосу від режимних параметрів і фізико-механічних властивостей стеблового корму

Вираз (8) враховує геометричні параметри робочого органу різака для силосу та фізико-механічні властивості вантажу.

**Висновки.** Запропоновано нову конструктивну-технологічну схему різака для силосу, що дозволить підвищити якість та продуктивність вивантаження стеблових кормів з траншейних сховищ блочно-порційним способом. Теоретичний аналіз роботи різака для силосу дозволив отримати вираз для визначення його продуктивності, з урахуванням геометричних параметрів робочого органу, фізико-механічних властивостей вантажу, технологічних особливостей вивантаження і режимних показників різака та ріжучого органу – ножа.

### Список використаних джерел

1. Руткевич В.С., Кушнір В.П., Остапчук О.О. Інноваційні засоби для вивантаження стеблових кормів з траншейних сховищ. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки* 2022. № 1 (305). С. 261–269.
2. Руткевич В.С., Кушнір В.П., Ганжа В.В. Математична модель гідравлічного привода різака для відокремлення та вивантаження блок-порції корму від кормового моноліту. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки* 2022. № 5 (313). С. 189–195.

3. Ivanov M.I., Rutkevych V.S., Kolisnyk O.M., Lisovoy I.O. Research on the block-portion separator parameters influence on the adjustment range of operating elements speed. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2019. Vol. I, № 1 (57). P. 37–44.

4. Руткевич В.С., Яропуд В.М., Купчук І.М., Остапчук О.О. Імітаційне моделювання та дослідження роботи гідропривода відокремлювача стеблових кормів з траншейних сховищ *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. № 3 (102). С. 88–99.

**Владислава НАГОРЯНСЬКА<sup>3</sup>**

студентка 3-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ПОРОШКІВ**

***Анотація.** В статті розглядаються інноваційні методи формування порошків, за допомогою чого можна отримувати вироби з заданими характеристиками та розмірами, оскільки широкий спектр порошків металів дозволяє обирати вихідні властивості порошків та передбачати кінцеві.*

***Ключові слова.** технологія, металургія, машинобудування, обробка, матеріал, порошок.*

***Annotation.** The article discusses innovative methods of forming powders, with which it is possible to obtain products with specified characteristics and dimensions, since a wide range of metal powders allows you to choose the initial properties of the powders and predict the final ones.*

***Keywords.** technology, metallurgy, mechanical engineering, processing, material, powder.*

***Вступ.** Високопористі матеріали є багатофункціональними, оскільки використовуються в металургії, будівництві, машинобудуванні, медицині, хімічній та інших галузях в якості фільтрів, каталізаторів, мембран, замінників кісткової тканини, електродів хімічних джерел струму та інше [1 – 8].*

Сьогодні для створення таких матеріалів перспективними є методи порошкової металургії, які передбачають використання як вихідної сировини порошків металів, сплавів, кераміки тощо. За допомогою них можна отримувати вироби з заданими характеристиками та розмірами, оскільки широкий спектр порошків металів дозволяє обирати вихідні властивості порошків та передбачати кінцеві. Сучасний етап розвитку порошкової металургії супроводжується появою ідей для створення нових та удосконалення

---

<sup>3</sup>Науковий керівник – д.т.н., професор, Веселовська Н. Р. кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

традиційних технологій отримання високопористих порошкових матеріалів, які, в першу чергу, направлені на досягнення високих експлуатаційних характеристик та заданих властивостей.

**Виклад основного матеріалу.** В порошковій металургії успішно застосовуються такі методи формування порошкових сумішей:

1. Ізостатичне та гідростатичне пресування (ГП).

Процес пресування виробів пов'язаний з рядом труднощів:

— обмеження маси і розмірів через необхідність використання пресів високої потужності;

— недостатня якість великих виробів спресованих, в сталевих прес-формах.

Одним із ефективних способів подолання цих перешкод є застосування ізостатичного пресування, що являє собою пресування порошку в еластичній оболонці під дією всебічного стиску. Різновидом такого процесу є гідростатичне пресування (рис.1). Його суть полягає в тому, що порошок засипають в еластичну (наприклад резинову) оболонку й розміщують в робочій камері апарата, надалі в ній створюють тиск, рідина (масло, вода, гліцерин, тощо) всебічно й рівномірно стискає порошок, формуючи виріб [1-14].

Переваги:

— втрати тиску на тертя частинок в стінки оболонки майже відсутні;

— коефіцієнт бічного тиску приблизно рівний одиниці;

— однорідна точність брикету при не значній пористості в середині;

— знешкодження анізотропної структури;

— можливість отримання виробів складної форми.

Гідростатичне пресування проводять в резинових або інших оболонках товщиною 0.1-0.05мм. (товщина відповідно вимог міцності, зносостійкості і ін.).

Для забезпечення рівномірної щільності гільзу (металевий циліндр обхватує еластичну оболонку) піддають віброобробці. При цьому виді пресування повітря (газ) не має виходу з герметично закритої оболонки, тому проводять попередню дегазацію (вакуумування порошку). ГП отримують циліндри, труби, кулі й інші вироби простої та досить складної форми масою від декількох сотень кілограм.

Другим варіантом формування при всебічному обтисканні є ізостатичне пресування під дією газу (гелію, аргону та ін.), що називають газостатичним.

Третім варіантом ізостатичного пресування є пресування в еластичних оболонках, розташованих в прес-формах і підданих односторонньому чи двосторонньому стискуванню (рис.2).

Вимоги до матеріалу оболонки:

— здатність набувати й зберігати певну форму відповідно до форми виробу;

— поводити себе подібно до рідини;

— достатня пружність;

— відсутність склеювання і схоплювання із порошком;

— довговічність та дешевизна;

— багаторазовість використання.

Оболонки виготовляють із парафіну, воску, епоксидних смол й резинової маси із натурального каучуку, що є найбільш ефективною (ресурс до 1000 брикетів).

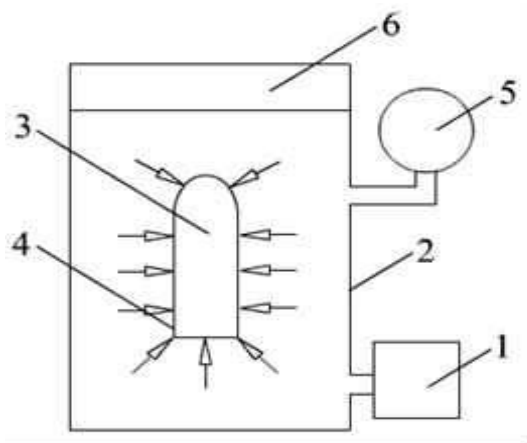
Недоліки:

— важко витримувати розміри брикетів близькими до заданих;

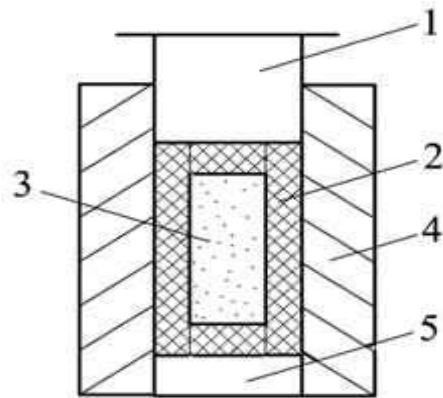
— необхідність використання механічної обробки при виготовленні точних деталей.

## 2. Шлікерне формування.

Шлікерне формування (лиття) це прийом, що дозволяє проводити формування без прикладання зовнішнього тиску шляхом заливки шлікера, який є однорідною концентрованою сумішшю порошку в рідину, в пористу форму з подальшою сушкою. Переважно шлікером наповнюють суху гіпсову форму, де частина рідини всмоктується, а надалі підсохлий виливок дістають й піддають кінцевій сушці та спіканню.



*Рис.1. Установка для гідростатичного пресування порошку: 1 – насос високого тиску, 2- камера пресування, 3 – порошок, 4 – еластична оболонка, 5 – манометр, 6 - кришка*



*Рис.2. Схема ізостатичного пресування в оболонках: 1 – пуансон, 2 – еластична оболонка, 3 – порошок, 4- матриця, 5 - підставка*

Вихідний матеріал для форм – гіпс обпалений, папір, кераміка, метал.

Умови формування виробів залежать від: їх розмірів; складності форми; властивостей; гранулометричного складу матеріалів.

Залежно від товщини стінок виробу й інших факторів тривалість процесу формування складає 1-60хв.

Окрім порошку в шлікер входять:

— дисперсійне середовище (вода, спирти, чотирьоххлористий вуглець та ін.);

— домішки – де дефлокулянти, що покращують змочування (соляна та оцтова кислоти, луки (KOH, NaOH), хлористе залізо тощо).

Різновиди лікерного формування:

— формування під вакуумом;

— формування під тиском (декілька атмосфер);

— центробіжне формування – для кільцеподібних деталей;

— формування в неадсорбованих формах із виморожуванням рідини.

Цим методом виготовляють труби і вироби сферичної складної форми, які важко отримати традиційними методами [1-14].

### 3. Мундштукове пресування.

Мундштукове пресування – це формування заготовок із суміші порошку та пластифікатора шляхом продавлювання їх через отвір матриці.

Як пластифікатори застосовують парафін, крохмаль і інші сполуки, що займають приблизно 6 – 10 %.

Заготовки попередньо нагрівають; пористість після видавлювання близька до нуля. Цим методом отримують прутки, труби, кутники й інші довгі вироби із важкопресованих металів (тугоплавкі метали, тверді сплави, кермети).

Швидкість видавлювання через мундштук не повинна перевищувати 5- 10 мм/с. Такі метали, як берилій, титан, уран, торій, цирконій при гарячій обробці значно окислюються, що викликає необхідність застосування захисних середовищ при нагріві (захисні атмосфери в соляних ваннах), а також захисних скляних, металевих чи графітних оболонок при пересуванні, які повинні володіти хорошими мастильними характеристиками, бути пластичними й інертними до матеріалу порошку.

Для пересування в оболонках найчастіше використовують метод прямої течії через конічну матрицю з використанням проміжних вставок із графіту, чи міді, що знижують втрати на утворення прес-залишку.

### 4. Вібраційне формування.

Застосування вібрації при засипанні або ущільненні порошку в прес-формі або в процесі формування дозволяє значно зменшити тиск пресування і підвищити рівномірність щільності в деталях складної форми. Це пов'язано з руйнуванням початкових міжчасткових зв'язків (зокрема, арок) й покращенням взаєморухливості часток, в результаті чого досягається висока щільність їх упаковки (95% від теоретично можливої для даного гранулометричного складу порошку). Найбільш ефективно вібрація діє при ущільненні різнофракційних порошоків, а також малопластичних матеріалів (наприклад карбідів, боридів, металів) [5-14].

Способи вібраційного формування:

1. За характером динамічного впливу на прес-матеріал:

— вібраційне формування;

— віброударне формування;

2. За співвідношенням статичної й динамічної складових зусилля пресування:

— вібраційне пресування, коли сили тертя між частками перешкоджають їх відносному переміщенню під дією вібрації;

— вібраційне вкладання, коли частки переборюють сили тертя й зчеплення та заповнюють пустоти.

3. За характером процесу:

— дискретне (перервне) в закритому прес-інструменті;

— неперервне (в мундштукових пресах, установках шлікерного лиття).

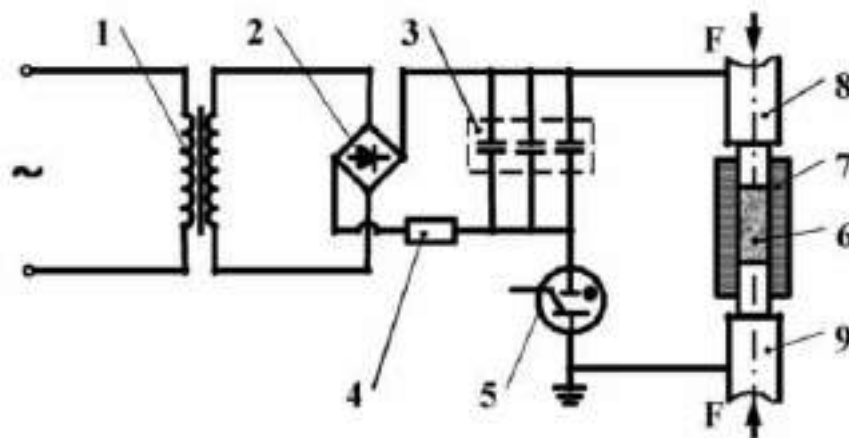
#### 4. За циклограмою процесу:

- із попереднім вібраційним ущільненням й наступним статичним пресуванням;
- із вібраційним або віброударним впливом на формувальний порошок упродовж всього процесу пресування без витримки під тиском;
- із вібраційним або віброударним впливом на порошок упродовж всього циклу пресування, включаючи витримку під тиском.

Існують найрізноманітніші варіанти вібраційного формування й схеми активності елементів прес-інструментів, зокрема за способом передачі енергії вібрації порошку від елементів, з'єднаних із вібратором:

- нерухома та „плаваюча” опора матриці;
- жорстке та пружне з'єднання вібратора із матрицею та пуансоном;
- один чи два пресуючих пуансони;
- жорстка і пружна передача зусилля пресування на верхній пуансон.

Вібратори можуть бути пневматичні, гідравлічні, електромагнітні, магнітострикційні, електромеханічні і ін. Для порошоків різних матеріалів статичний тиск, прикладений одночасно з вібрацією, переважно складає 0,5 – 5МПа, а його відсутність може призвести не до ущільнення а розрихлення порошку. Ущільнення порошку відбувається швидко, в основному в перші декілька секунд і залежить від форми часток (простіші – краще) й гранулометричного складу (однакові – гірше). Із зменшенням розмірів необхідно вибирати більш високу віброчастоту та навантаження на порошок, що повинна зростати пропорційно із збільшенням шорсткості поверхні й зменшенням правильності часток. При правильному виборі параметрів процесу й мастила щільність брикетів віброоброблених вища за спресовані. Відомо про отримання виробів з тугоплавких металів, зокрема пористих титанових зубних імплантатів, імплантатів для з'єднання суглобів та ендокардіального електрода пористої головки з порошоків титану, ніобію та танталу. Для отримання готових виробів використовували експериментальну установку, яка дозволяє одночасно спресувати та спекти виріб електричний розрядом (рис. 3) [8-14].



**Рис. 3. Схема експериментальної установки: 1 – трансформатор; 2 – випрямляч струму; 3 – накопичувач енергії; 4 – обмежувальний резистор; 5 – запальний розрядник; 6 – порошок; 7 – матриця-діелектрик; 8 – верхній електрод-пуансон; 9 – нижній електрод-пуансон**

**Висновок.** Аналіз наведених вище даних літературних джерел дозволяє зробити висновок, що отримання високопористих випаровувачів для теплообмінників методами порошкової металургії з наперед заданими властивостями багато в чому залежить від властивостей вихідних матеріалів (порошків), технології їх виготовлення, використання пароутворювачів, технологічних режимів на кожній операції та багато іншого. Тому створення нових високопористих матеріалів вимагає детального вивчення впливу цих факторів на кінцеві властивості виробів і технологічні режими на кожній технологічній операції.

### Список використаних джерел

1. Iskovych-Lototsky R.D., Ivanchuk Y.V., Veselovska N.R., Surtel W., Sundetov S. Automatic system for modeling vibro-impact unloading bulk cargo on vehicles.. *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*. 2018. Vol. 10808. №1080860.
2. Shatokhin V., Ivanchuk Y., Dvirna O., Veselovskaya N., Jurczak W. Dynamic Processes Modeling in a Peristaltic Pump with a Hydraulic Drive for the Bingham Fluid. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2022. Vol. 16 (4). P. 256–269.
3. Веселовська Н. Р., Гайдамак О. Л., Карпійчук М. Ф., Кучеренко Ю. С. Процеси та технології холодного газодинамічного напилення виробів сільськогосподарської техніки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 2 (113). С. 4-14.
4. Іванчук Я. В., Іскович-Лотоцький Р.Д., Севостьянов І.В., Веселовська Н.Р., Манджілевський О.Д. Математична модель динаміки дисперсного середовища в процесах формоутворення заготовок порошкової металургії. *Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні: матеріали міжнар.наук.-техн.конф., 16-18 березня. 2021 р. м. Дніпро, 2021. С. 70-75.*
5. G. Neena, Ajalesh B. Nair. *Fundamental Biomaterials Elsevier*. 2018. Vol.121. P. 243 – 268.
6. P. S. Liu, G. F. Chen .Application of Porous Metals. *Elsevier* .2014. Vol.212. P. 113 – 188.
7. Caroline Gaya, Yinghui Yin, Amangeldi Torayev. Investigation of bi-porous electrodes for lithium oxygen batteries. *Electrochimica Acta. Elsevier*. 2018. Vol. 279. P. 118 – 127.
8. Muto Daimu, Shinobu Hashimoto, Yusuke Daiko. Characteristics of castables incorporating highly porous alumina aggregates fabricated by high-temperature evaporation method. *Ceramics International. Elsevier*. 2019. Vol. 45. P. 11143 –11152.
9. Yue Hu, Zhen Xiao, Huanping Wang. Fabrication and characterization of porous CaSiO<sub>3</sub> ceramics. *Ceramics International. Elsevier*. 2019. Vol. 45. P. 3710 – 3714.
10. Spirin A., Borysiuk D., Tsurkan O., Tverdokhlib I., Veselovska N., Edl M. Ways of Intensification of Grass Seed Production. *Journal of Engineering Sciences*. 2023. Vol. 10 (1). P. F11-F19.



11. Тарельник В.Б., Коноплянченко Є.В., Зубко В.М. Галузеве машинобудування: навчальний підручник. Київ, 2023. 468 с.
12. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. Чернівці: ЧДТУ, 2005. 567 с.
13. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: навч. посібник для студ. вищих техн. навч. закладів освіти. Львів : Магнолія 2009. 567 с.
14. Бондаренко С.Г. Технології механоскладального виробництва: Монографія. Ніжин: ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2008. 358 с.

**Владислав ЮЗЬКО<sup>4</sup>**,  
студент 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЛЕЗА НОЖІВ ПІД ЧАС ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ**

***Анотація.** У зв'язку з недостатньою кількістю наявної агро-лісової техніки, що не відповідає сучасним вимогам, та повільному оновленню, стає критичним покращення продуктивності та надійності машин у сезон. Під час використання такої техніки часто виникають дві основні проблеми: технічні неполадки, що призводять до тривалих перерв у роботі, та недоцільне технічне обслуговування, яке спричиняє передчасні поломки і збільшені простой. Це вимагає значних витрат трудових і фінансових ресурсів для підтримки робочої здатності техніки.*

*Для вирішення цих проблем рекомендується радикально змінити підхід до технічного обслуговування, зосередившись на надійній роботі машин, а також удосконалити процедури усунення неполадок під час агро-лісових робіт, щоб продовжити термін служби техніки.*

***Ключові слова.** агро-ліс, рекультивація лісових насаджень, зміцнення, зносостійкість, плазмове загартування.*

***Annotation.** Due to the insufficient quantity of available agricultural and forestry machinery that does not meet modern requirements, coupled with slow equipment renewal, enhancing machine productivity and reliability during the season has become critically important. When using such machinery, two main issues often arise: technical malfunctions leading to prolonged work interruptions, and inadequate technical servicing resulting in premature breakdowns and increased downtime. This requires significant expenditures of labor and financial resources to maintain operational efficiency of the equipment.*

---

<sup>4</sup>Науковий керівник – к.т.н, доцент Паладійчук Ю.Б., кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

*To address these problems, a radical shift in the approach to technical maintenance is recommended, focusing on ensuring reliable machine performance. Additionally, procedures for troubleshooting during field operations should be improved to extend the machinery's service life.*

**Keywords.** *agro-forestry, reforestation, reinforcement, durability, plasma hardening.*

**Вступ.** У загальному обсязі майбутніх робіт у лісовому господарстві важливе значення має поступовий перехід до використання промислових методів лісівництва та повного використання заготовленої деревини на основі екологічно чистих технологій. Це призводить до зростання значення не суцільних вирубок, зокрема вирубок для догляду за лісом. Обсяг таких вирубок стійко збільшується, що підкреслює важливість механізації трудомістких процесів, впровадження передових технологій та більш ефективної організації праці, що суттєво впливає на інтенсифікацію лісового господарства [1-3]

Агро-лісові машини характеризуються значним розсіюванням середніх значень тривалості служби, надійності та ремонтоздатністю, навіть для однієї моделі та в однакових умовах експлуатації. Тому терміни проведення технічного обслуговування є випадковими величинами з великими інтервалами надійності. Це може призвести до істотних відхилень між передбаченою та фактичною кількістю технічних обслуговувань. Цей аспект потребує наукової уваги для досягнення практичної значущості [1-3].

Актуальність теми дослідження. Швидке зношування та втрата ріжучої здатності ножів, що вимагає частішої заміни або точіння. Це зменшує продуктивність та підвищує обслуговування, тому збільшення їх зносостійкості – важлива технічна задача.

**Виклад основного матеріалу.** В сучасному агро-лісовому виробництві, для ефективного досягнення поставлених завдань, необхідно вирішувати комплекс проблем, пов'язаних з підвищенням продуктивності. Це вимагає використання сучасних підходів до аналізу та розв'язання завдань, оснований на уніфікації формалізованого опису [1, 2].

Процеси оптимізації технічних засобів та робочих процесів, зокрема в агро-лісовому секторі, вимагають використання програмного забезпечення та системного підходу на всіх етапах. Також слід зазначити, що існуючі теоретичні підходи до розрахунку систем технічного обслуговування агро-лісових машин не завжди враховують багатокритеріальність оптимізаційних задач та специфіку агротерміну [1, 2].

Розв'язання цих проблем ґрунтується на концепції обґрунтування технологічних рішень та оптимізації параметрів процесів технічного обслуговування агро-лісових машин. Зокрема, створення уніфікованих математичних моделей використання систем технічного обслуговування агро-лісових машин на основі єдиного підходу та типізації формалізованого опису об'єктів взаємодії є важливим завданням.

Важливим відкриттям є виявлення зв'язку між збільшенням витрат на профілактичні заходи технічного обслуговування агро-лісових машин та

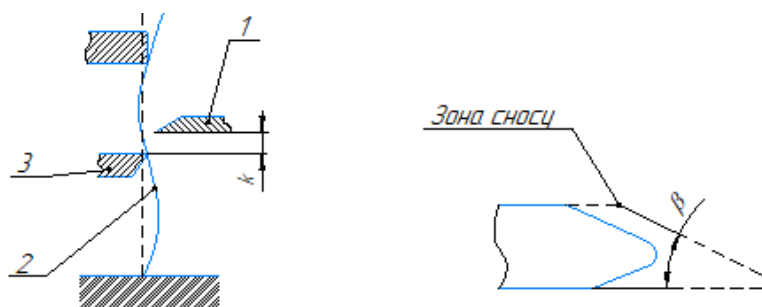
вимоги агротерміну. Це дозволяє знаходити оптимальний баланс між надійністю та ефективністю виконання робіт в заданні терміни [2].

У практиці, брак уваги від власників машин та виробників до оптимального обслуговування, а також відсутність технологічних контрольно-регулювальних заходів, є головними чинниками виникнення відмов. Це спричиняє невиправдані витрати на відновлення роботоздатності.

Важливо зазначити, що дослідження та підходи до технічного обслуговування агро-лісових машин потребують більшої уваги та аналізу для досягнення оптимальних результатів в агропромисловому виробництві [2,3].

Зношування ріжучого леза в основному відбувається внаслідок тертя ріжучої частини, коли лезо контактує з поверхнею деревини (рис.1). Під час рухів вперед та назад, нижня ріжуча кромка леза 1 взаємодіє з деревиною, так само, як і край протиризальної пластини 3.

Це призводить до того, що інтенсивність стирання нижньої частини леза значно перевищує верхню частину. Унаслідок цього значення гостроти леза  $\delta$  та кута заточування леза  $\beta$  змінюються, що призводить до зниження ефективності робочого інструмента.

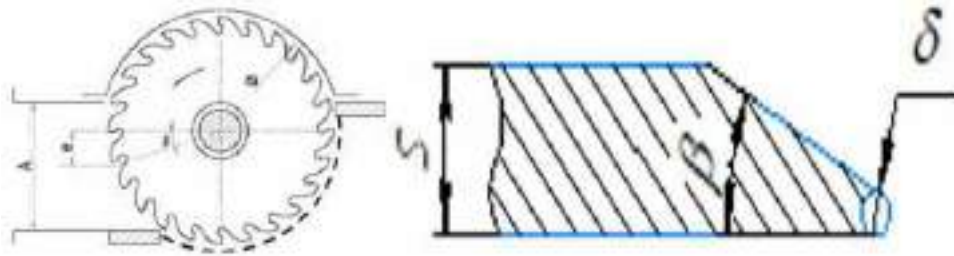


**Рис. 1. Схема роботи робочого органу: а) схема взаємодії леза із деревиною; б) схема зношування ножа. 1 - лезо; 2 - деревина; 3 - протиризальна пластина; k - зазор в ріжучій парі.**

Сучасні наукові дослідження зеленого відновлення (Green Recovery) в українських, європейських та північно-американських науковців надають цінний набір даних щодо методології обґрунтування технологічних процесів, структури та якості функціонування процесів, пов'язаних з забезпеченням працездатності машин, які використовуються для догляду за лісом. Ці дані допомагають встановити нормативні рівні надійності машин під час виробництва агро-лісової продукції [1-4].

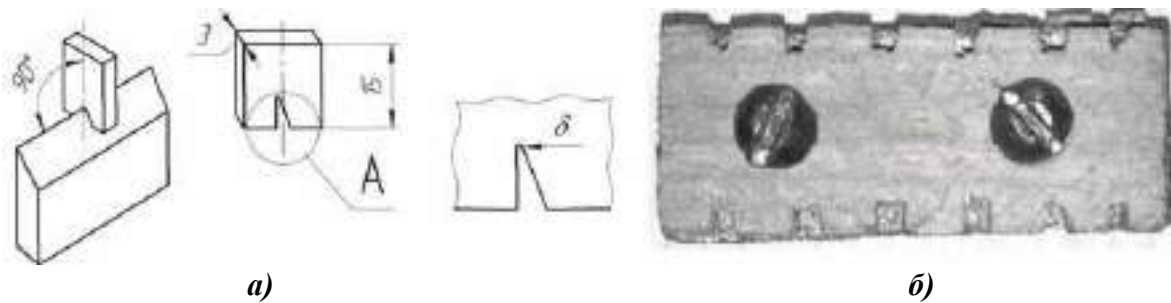
Завдяки цьому стає наочним подальше вирішення наукової проблеми розробки комплексних техніко-технологічних заходів, спрямованих на підвищення працездатності машин, які застосовуються для догляду за лісом. Ця задача вже знаходить відображення в публікаціях [4, 8] і продовжує залишатися актуальною.

Лезо робочого органу, призначеного для подрібнення деревини, має на своїй поверхні спеціальні вирізи. Кожен з цих вирізів представляє собою окремих "зуб", для якого важливими характеристиками є кут нахилу грані зуба ( $\varphi$ ), гострота його кромки ( $\delta$ ), кут заточування ( $\beta$ ), відстань між зубами (так званий крок, t), висота (h) та радіус заокруглення вершини зуба (p) (рис. 2) [3,4].



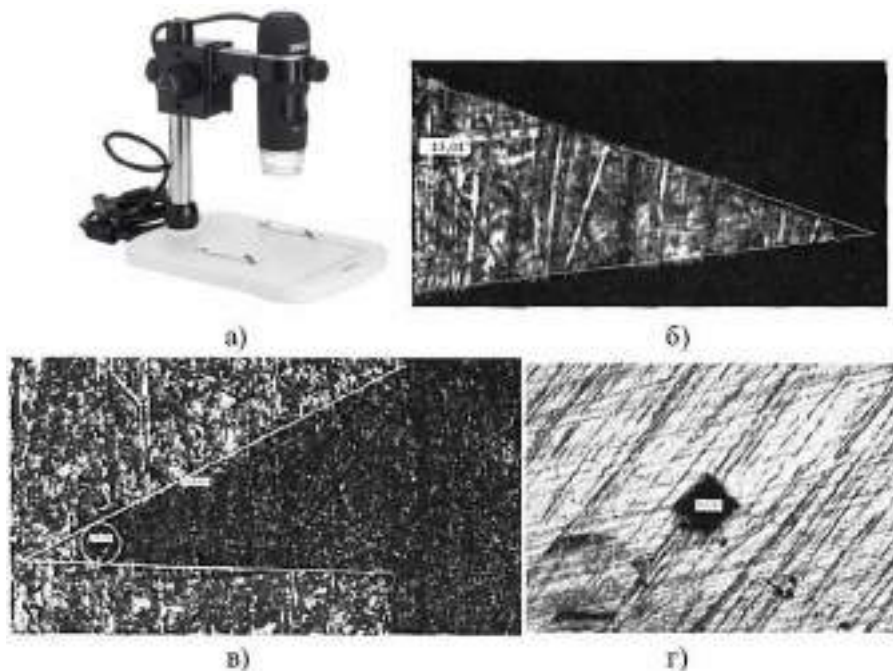
**Рис. 2. Геометричні параметри леза ножа.**

Для вимірювання кута заточування та гостроти кромки леза використовувався метод отримання відбитків. Суть цього підходу полягає у вдавлюванні досліджуваного леза за допомогою спеціального пристрою в пластичний матеріал, який має форму пластини (рис.3). Цей метод має перевагу в точному відтворенні профілю леза завдяки отриманим відбиткам [4].



**Рис. 3. Визначення профілю леза методом відбитка: а) схема до визначення гостроти леза методом відбитка; б) пристосування для визначення профілю фотографуванням.**

Для аналізу отриманих під час досліджень відбитків використовувався металографічний мікроскоп серії Sigeta Expert 10-300x. Цей мікроскоп оснащений спеціальним програмним забезпеченням, що дозволяє точно визначити параметри досліджуваних зразків (рис. 4) [5].



**Рис. 4. Цифровий мікроскоп Sigeta Expert 10-300x. а) мікроскоп; б) знімок профілю леза; в) відбиток леза ножа; з) знімок відбитку алмазної піраміди.**

Для вимірювання твердості вздовж леза був застосований метод Роквелла відповідно до Держстандарту 9013-89, використовуючи твердомір моделі HBRV-178.5. Цей твердомір призначений для оцінки твердості металів за шкалами HRC, HRA, HRB та HRV [6].

Дослідні зразки розміщувалися на столику, а після встановлення попереднього навантаження в 100 Н, за допомогою обертання маховика відбувалося вимірювання. Зусилля випробування становило 3000 Н. Відстань між точками вимірювання твердості складала 10 мм [6].



*Рис. 5. Твердомір.*

Прилад досліджує структуру матеріалів, включаючи металеві та неметалеві. Він працює на принципі вдавлювання алмазної піраміди з визначеною силою в поверхню зразка. Після тривалого навантаження індентор піднімається, та твердість обчислюється за різницею діагоналей відбитка [7, 8].

Для визначення твердості підготовлені зразки ножів, які затискалися на столику. Випробувальне навантаження становило 1000 Н, а час витримки – 15 секунд. Після вимірювань виконувався огляд відбитка. Відстань між точками вимірювання твердості складала 2 мм. Далі застосовувався металографічний мікроскоп Sigeta Expert 10-300x з програмним забезпеченням, що дозволяє підключити його до ПК, для визначення мікротвердості [7, 8].

Нанесення зносостійкого покриття на робочу по поверхню леза ножа

Фінішне плазмове зміцнення (ФПУ) – нова технологія для збільшення ресурсу інструментів, штампів, прес-форм і деталей машин. Суть ФПУ полягає в нанесенні стійкого до зношування покриття та одночасному повторному плазмовому загартуванні поверхневого шару (декілька мікрометрів глибиною). Покриття формується через плазмохімічні реакції реагентів, які піддавалися дуговому плазмотрону. Загартування досягається завдяки висококонцентрованому плазмовому струменю [7,8].

Установка для нанесення тонкоплівкового покриття УФПУ-111 (рис. 6) складається з блоку апаратури з рідинним дозатором для забезпечення газо- і водорозподілення і збудження дуги, плазмотрона з плазмохімічним генератором для створення і стабілізації плазмового струменя, і джерела живлення [7].

Ефект ФПУ досягається через модифікацію фізико-механічних властивостей поверхневого шару, таких як підвищена мікротвердість, знижений коефіцієнт тертя, створення стискальної напруги, усунення мікродефектів та формування діелектричного та корозійностійкого покриття з низькою

теплопровідністю, хімічною стійкістю і специфічною поверхневою топографією.



*Рис. 6. Установка для нанесення тонкоплівкового покриття УФПУ-111.*

Технічні характеристики установки УФПУ-111 для нанесення тонкоплівкового покриття [7]:

- споживана потужність - не більше 5 кВА;
- номінальний струм - 100 А;
- номінальна робоча напруга - не більше 40 В;
- тривалість включення - 100%;
- витрата аргону - не більше 5 л/хв.;
- витрата рідкого технологічного препарату Сетол - не більше 0,5 г/год;
- витрата охолоджуючої води - 200-220 л / год.;
- габарити - 760x620x1150 мм

Для отримання покриття з максимальною рівномірністю товщини на робочій поверхні леза необхідно розрахувати швидкість переміщень плазмотрона, кількість проходів і час витримки на кожному проході. Зміцнення піддається потилична частина леза на ширину  $h_{л} = 0,008$  м. Довжина смуги переміщення плазмотрона вздовж різальних кромek становить  $l_{л} = 0,120$  м, товщина покриття  $h = 3 \cdot 10^{-3}$  м. Тоді

$$S_p = h_{л} \cdot l_{л} = 0,008 \cdot 0,120 = 96 \cdot 10^{-5} \text{ м} \quad (1.1)$$

Продуктивність нанесення покриття, за даними [21], для заданої товщини покриття становить  $P_n = 5$  мм<sup>2</sup>/с, тоді загальний час нанесення покриття

$$t_{\text{нп}} = \frac{S_p}{P_n} = \frac{96 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-6}} = 19, \text{ с} \quad (1.2)$$

Приймаємо швидкість переміщення плазмотрона  $v = 4$  мм/с, тоді час одноразового проходу плазмотрона складе

$$t_{\text{нп}} = \frac{S_p}{h_{л} \cdot v} = \frac{96 \cdot 10^{-5}}{0,008 \cdot 0,004} = 30, \text{ с} \quad (1.3)$$

Число проходів плазмотрона

$$n_{\text{пп}} = \frac{t}{t_1} = \frac{192}{30} = 6,4 \approx 6 \text{ штук} \quad (1.4)$$

Проведення дослідження зносостійкості леза ножа, що мають тонко плівкове захисне покриття

Відповідно до проведених теоретичних досліджень встановлено, що основними факторами, що мають найбільший вплив на ступінь зношування, є абсолютна швидкість переміщення леза  $v_n$ , концентрація абразиву в зоні різання  $C_a$  і величина нормальної сили  $P_z$ , яка притискає лезо до протиріжучої пластини [8].

Абсолютна швидкість переміщення леза під час різання залежить від середньої зворотно-поступальної швидкості ножа.

Під час різання леза діє сила у просторі, яка обчислюється за формулою:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \quad (1.5)$$

де  $P_x^2$  - сила різання в напрямку відносного руху леза, Н;

$P_y^2$  - сила в упорі спинки ножа, Н;

$P_z^2$  - сила, згину леза у вертикальній площині вниз або вгору, Н.

Значення нормальної сили  $P_z$ , яка тисне лезо на протиріжучу пластину, залежить від діаметра зрізаної деревини та висоти зрізу і може змінюватися в межах від 11 Н до 31 Н. Для проведення експерименту був обраний діапазон нормальних сил:  $P_z^{min} = 10$  Н,  $P_z^{max} = 30$  Н.

Концентрація абразиву в зоні різання залежить від ступеня запиленості повітря, швидкості вітру та інших параметрів [8].

Під час виконання робіт вміст пилу в повітрі коливається від 117 до 720 мг/см<sup>3</sup>, причому від 60% до 80% складається з мінеральних частинок розміром від 5 до 1200 мкм, що підвищує інтенсивність зносу.

Площа задньої частини леза ножа становить  $9 \cdot 10^{-4}$  м, а зазор між лезом і протиріжучою пластиною –  $1 \cdot 10^{-3}$  м. Отже, в зоні контакту задньої частини леза з деревиною може міститись від  $1 \cdot 10^{-7}$  до  $7 \cdot 10^{-7}$  кг абразивних частинок.

Отримані результати порівняльних випробувань експериментальних і стандартних лез на відмову показали.

Для аналізу того, як руйнується твердий матеріал модернізованих та стандартних лез при раптовій відмові, ми провели випробування цих лез. Процес руйнування твердого матеріалу починається з появи тріщини, яка потім розширюється. Ця динаміка визначається наявністю дефектів, внутрішньою структурою і властивостями матеріалу. У випадку стандартних зразків місце поширення тріщини та її напрямки не завжди залежать від місця взаємодії з перешкодою. Також через різний рівень твердості (50...55 HRC у леза, 30...35 HRC у серцевини), у краях леза спостерігається крихкий злам, тоді як середина піддається пластичній деформації [8].

Поява та розвиток тріщин у експериментальних зразках відбувалися неподалік від основи і не залежали від місця зіткнення з перешкодою. В усіх випадках можна говорити про повне руйнування матеріалу леза.

Варто відзначити, що під час випробувань лез, крім руйнування самого леза, спостерігалось пошкодження його компонентів. При тестуванні стандартних зразків через злам верхньої частини пера, спричиненого повторними ударними навантаженнями, один палець був замінений. У випробуваннях експериментальних лез також були незначні пошкодження елементів пальцевого бруса, які можна було виправити рихтуванням.

Порівняльний аналіз отриманих результатів свідчить, що зусилля переміщення ножової смуги з експериментальними лезами менше на 10% порівняно зі стандартними.

Отже, запропонована конструкція експериментальних лез дозволяє їм повністю руйнуватися при зіткненні зі сторонніми предметами, чим зменшується вплив раптової відмови.

Така конструкція прорізів також сприяє зниженню маси та, відповідно, зусиль на переміщення ножової смуги, що, в кінцевому підсумку, підвищує ефективність техніки.

**Висновки.** Аналіз роботи агро-лісового обладнання, як складної системи дозволив визначити цільове призначення робочих поверхонь леза для підвищення надійності при зносі, зменшення витрат і часу відновлення при відмовах. Встановлено математичні залежності сил опору та потужності на привід, що вказують на напрямки підвищення надійності через збереження форми леза. Підвищення ресурсу леза досягається завдяки тонкоплівковому покриттю на робочих поверхнях, що знижує зношування та зміни форми зубів.

Випробування на раптову відмову підтвердили ефективність технічних рішень для зниження витрат на відновлення працездатності ножів при зіткненні зі сторонніми предметами.

### Список використаних джерел

1. Сучасні технології лісової галузі. веб-сайт. URL: <http://ukrlis.com.ua/> (дата звернення 25. 08. 2023)
2. Сучасні машини й обладнання для лісу від компанії «Лісова техніка». веб-сайт. URL: <https://lisderevmash.ua/suchasni-mashini-y-obladnannya-dlya-lisu-v/> (дата звернення 25. 08. 2023)
3. Лісопилне та деревообробне обладнання. веб-сайт. URL: [https://kb-doroshenko.com/Lisopylne\\_ta\\_derevoobrobne\\_obladnannia/](https://kb-doroshenko.com/Lisopylne_ta_derevoobrobne_obladnannia/) (дата звернення 25. 08. 2023)
4. Paladiichuk Y., Telyatnuk I. Application of wear-resistant coatings to increase resource of working bodies of grinding machines. Modern engineering and innovative technologies. 2021. № 18. Part 1. P 13-30. DOI: 10.30890/2567-5273.2021-18-01-045.  
<https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit18-01/meit18-01>



5. Цифровий мікроскоп SIGETA Expert 10-300x 5.0Мрх. веб-сайт. URL: <https://sigeta.com.ua/products/tsyfrovyj-mikroskop-sigeta-expert-10-300x-5-0mpx.html> (дата звернення 29. 08. 2023)

6. Твердомір Віккерса HVD-5. веб-сайт. URL: [https://microtech-ua.com/index.php?id\\_product=10453&controller=product&id\\_lang=2](https://microtech-ua.com/index.php?id_product=10453&controller=product&id_lang=2) (дата звернення 02. 09. 2023)

7. Установка для нанесення тонкоплівкового покриття УФПУ-111. веб-сайт. URL: <https://bizorg.su/oborudovanie-raznoe-r/p2058280-ustanovka-dlya-finishnogo-plazmennogo-uprochneniya-ufpu111> (дата звернення 25. 08. 2023)

8. Паладійчук Ю.Б., Мельник Ю.А. Відновлення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин нанесенням зносостійких покриттів. Техніка та енергетика. 2021. № 12 (4). С. 43-52. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica/article/view/15892/14243>

**Владислав КАВУНОВ<sup>5</sup>,**  
студент 3-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

***Анотація.** У статті досліджується сутність та значущість машин для збирання коренеплодів у контексті аграрного виробництва та харчової промисловості. Автори наголошують на необхідності вивчення принципів дії, будови, переваг і недоліків цих машин, а також можливостей для їхнього вдосконалення.*

***Annotation.** The article explores the essence and significance of machines for processing root crops in the context of agricultural production and the food industry. The authors emphasize the necessity of studying the principles of operation, structure, advantages, and disadvantages of these machines, as well as opportunities for their improvement.*

***Вступ.** За останні десятиліття машини для збирання коренеплодів здобули значний прогрес та стали необхідною ланкою в аграрному виробництві та харчовій промисловості. Їхні важливість та вплив на сільське господарство стали настільки значущими, що вивчення їхнього принципу дії, будови, переваг і недоліків, а також шляхів вдосконалення, є ключовим завданням для досягнення максимальної продуктивності та оптимізації процесів збирання коренеплодів.*

---

<sup>5</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Бабин І.А., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

У світлі зростаючої популяції та підвищеного попиту на сировину для цукрової промисловості, сільське господарство стикається з викликами забезпечення стабільних поставок якісних та високоврожайних культур. Машини для збирання коренеплодів стали ключовими інструментами у забезпеченні цих вимог. Вони забезпечують швидке та ефективно видалення очищення від забруднень та сортування за параметрами якості. Такий підхід допомагає зберегти високу якість продукції, а також зменшити кількість відходів.

**Виклад основного матеріалу.** Поглиблене дослідження принципів дії машин для збирання коренеплодів відкриває можливості для оптимізації їхньої функціональності. Вивчення структури та компонентів машин дозволяє ідентифікувати слабкі місця, які можуть впливати на якість збирання чи завдати шкоди продукції. Відомості про те, як кожен елемент взаємодіє з іншими, дають змогу розробляти покращені моделі з виправленими недоліками.

Подальше удосконалення машин для збирання коренеплодів може включати в себе розробку та застосування більш точних сортувальних алгоритмів, використання новітніх матеріалів, які зменшують можливість пошкоджень продукції під час збирання, а також розширення функціональних можливостей для різних видів коренеплодів.

Отже, ця стаття покликана розглянути всі аспекти, пов'язані з машинами для збирання коренеплодів, з метою зрозуміти їхню важливість, переваги та потенціал для подальшого вдосконалення.

**Принцип дії.** Машини для збирання коренеплодів засновані на використанні різних інноваційних принципів, які спрямовані на забезпечення найвищої якості та ефективності збирання. Один із ключових аспектів полягає у використанні механічного очищення, що дозволяє відділити зовнішній шар коренеплодів, забезпечуючи при цьому збереження цілісності внутрішніх структур [1-3].

Окрім того, важливою складовою частиною принципу дії є обрізання та очищення від забруднень. Високоефективні системи обрізання забезпечують ретельне видалення пошкоджених частин коренеплодів, тоді як інноваційні методи очищення забезпечують відокремлення забруднень та непотрібних елементів, що можуть впливати на якість продукції.

Цілеспрямоване використання вакуумних систем є ще одним фактором, що відзначається в сучасних моделях машин для збирання коренеплодів. Ці системи дозволяють видалити навіть найдрібніші частинки пилу, забруднень та непотрібних елементів, що може позитивно позначитися на якості та тривалості зберігання продукції [1].

У цьому контексті можна стверджувати, що принцип дії машин для збирання коренеплодів є невід'ємною частиною прогресивного підходу до сільського господарства та промисловості. Інноваційні технології та наукові дослідження в цій галузі сприяють вдосконаленню процесів збирання та допомагають забезпечити високу якість та безпеку продукції для споживачів.

**Будова.** Спроектвані для досягнення найвищої продуктивності та якості збирання, машини для збирання коренеплодів представляють собою комплексні

системи, що складаються з декількох різновидних вузлів, що забезпечують безперебійну та ефективну роботу. Кожен з цих вузлів виконує специфічні функції, спрямовані на оптимальну обробку коренеплодів з метою підвищення якості та ефективності [2,3].

Конвеєри. Центральним елементом будови машин для збирання коренеплодів є конвеєрна система, що забезпечує рух продукції через всю обробку. Вона забезпечує плавний переміщення коренеплодів через всі етапи збирання, від моменту завантаження до вивантаження.

Різальні головки. Одні з ключових елементів машин - різальні головки, що відповідають за зчищення зовнішнього шару коренеплодів. Вони обрізають та видаляють забруднення, забезпечуючи наступні етапи збирання чистими та готовими до подальшої збирання продуктами.

Щітки для очищення. У будові машин для збирання коренеплодів важливу роль відіграють щітки для очищення. Вони видаляють залишки землі та інших забруднень, покращуючи зовнішній вигляд та якість продукції. Щітки для очищення використовуються на різних етапах збирання, допомагаючи підготувати коренеплоди до наступних фаз.

Кожен вузол машини для збирання коренеплодів має високоспеціалізовану функцію, що впливає на якість та результативність процесу збирання. Планування та оптимізація взаємодії цих вузлів дозволяє досягти найкращих результатів та забезпечити ефективну та якісну обробку коренеплодів [3]. Для прикладу зображений бурякозбиральний комбайн VERVAET 617.



*Рис.1 Бурякозбиральний комбайн VERVAET 617*

Переваги. Машини для збирання коренеплодів здатні перетворити традиційний підхід до збирання на інноваційний та ефективний процес, принесений значну кількість позитивних наслідків для сільського господарства та переробної промисловості. Однією з головних переваг таких машин є їхній

здатність виключити або суттєво знизити необхідність у ручній праці, що призводить до підвищення ефективності та зниження витрат часу та ресурсів.

Завдяки автоматизованій обробці, машини дозволяють досягти вражаючої продуктивності, впливаючи на вирощування та обробку коренеплодів у великому обсязі. Розраховані на високі навантаження, ці машини допомагають підвищити об'єм виробництва, забезпечуючи стабільність постачань на ринок.

Важливим аспектом використання машин для збирання коренеплодів є покращення якості збирання. Вони здатні ретельно видаляти зовнішній шар коренеплодів, різати та очищати їх від забруднень, що сприяє збереженню смакових та візуальних якостей продукції. В результаті споживач отримує продукт високої якості, що відповідає сучасним стандартам харчової безпеки та вимогам споживачів.

Загалом, машини для збирання коренеплодів відзначаються значним спектром переваг, включаючи автоматизацію, підвищення продуктивності, покращення якості збирання та екологічну ефективність. Ці переваги роблять процес вирощування та підготовки коренеплодів більш ефективним, швидким та зручним для сільськогосподарських виробників та споживачів.

Недоліки. Не зважаючи на широкий спектр переваг, машини для збирання коренеплодів також супроводжуються деякими недоліками, які варто враховувати. Один з найбільш очевидних недоліків полягає у високій вартості покупки та обслуговування таких машин. Спеціалізовані технології та компоненти, необхідні для їхньої роботи, можуть бути дорогими у придбанні та ремонті.

Додатково, існує ризик можливих пошкоджень коренеплодів під час збирання. Це особливо актуально для видів, що мають більш ніжну оболонку чи ніжну структуру. Неналежна регулювання або неправильне використання машин може спричинити механічні пошкодження, які вплинуть на якість, зовнішній вигляд та тривалість зберігання продукції.



*Рис.2 Самохідний бурякозбиральний комбайн REXOR 620*

Додатковою проблемою може стати потреба у спеціалізованій обізнаності для ефективного використання та обслуговування машин. Персонал, що має відповідні знання та навички, є ключовим фактором для забезпечення

безперебійної та ефективної роботи машин, але здатність знайти такий персонал може бути викликом.

Додатково, неминуче наявний відсоток відходів, який може виникати під час збирання. Це може бути зумовлено забрудненням, недосконалістю алгоритмів сортування чи навіть деякими недоліками в конструкції машин. Враховуючи ці недоліки, виробники машин для збирання коренеплодів повинні працювати над вдосконаленням технологій, що дозволяють мінімізувати можливі негативні аспекти та забезпечувати високу якість та надійність продукції. Самохідний бурякозбиральний комбайн REXOR 620 (рис 2.) [3].

Методи покращення. Звертаючи увагу на недоліки, які супроводжують машини для збирання коренеплодів, важливо акцентувати увагу на розробці та впровадженні методів покращення, що допоможуть знизити чи подолати ці обмеження. Однією з ключових стратегій є вдосконалення систем контролю якості збирання, що спрямоване на мінімізацію можливих недоліків та забезпечення високої якості продукції.

Сучасні технології збирання зображень та аналізу даних можуть допомогти визначити якість та параметри кожного коренеплоду з високою точністю. Це забезпечить більш точне класифікування продукції за розміром, формою та якістю, відсікаючи недоліки та сприяючи утворенню однорідних партій продукції.

Додатково, розробка та використання спеціальних матеріалів може вплинути на зменшення ризику пошкоджень під час збирання. Інженери можуть використовувати матеріали з певною гнучкістю та амортизаційними властивостями, що допомагають захистити продукцію від механічних впливів.

Разом з тим, розробка навчальних програм та підготовка персоналу можуть допомогти вирішити проблему необхідності спеціалізованої обізнаності для роботи з машинами. Інструктажі, навчальні курси та практичні симулятори можуть допомогти персоналу засвоїти необхідні навички та знання, що є важливим аспектом забезпечення оптимальної роботи та попередження можливих проблем [3].

Узагалі, вдосконалення машин для збирання коренеплодів вимагає поєднання технологічних інновацій, використання точних алгоритмів та розробки відповідних навчальних програм. Ці методи допомагають створити більш ефективні, точні та надійні системи збирання, забезпечуючи високу якість та конкурентоспроможність продукції на ринку.

**Висновок.** Усього після уважного аналізу принципів дії, будови, переваг та недоліків машин для збирання коренеплодів можна підкреслити, що вони займають важливе місце в сучасному сільському господарстві. Споживачі та виробники можуть вигравати від ефективності та високої якості, які забезпечують ці машини, але водночас важливо відзначити, що їхнє постійне вдосконалення є вирішальним фактором для досягнення найкращих результатів. За допомогою машин для збирання коренеплодів, сільське господарство може використовувати інноваційні технології для підвищення ефективності вирощування та збирання продукції.

Процеси, які раніше вимагали значних зусиль та ручної праці, тепер можуть бути автоматизовані та оптимізовані, забезпечуючи економію часу та ресурсів. Проте варто пам'ятати, що навіть найсучасніші машини мають свої обмеження та недоліки. Справедливою є необхідність у вкладенні зусиль для зниження ризику пошкоджень, вдосконалення систем контролю якості та навчання персоналу. Постійний аналіз та оновлення технологій допомагають покращувати функціональність та надійність машин, зменшуючи їхні обмеження.

Отже, машини для збирання коренеплодів відіграють критичну роль у сучасному аграрному виробництві та переробній промисловості. Їх внесок у підвищення продуктивності та якості продукції є важливим, але вимагає постійної уваги та інвестицій у вдосконалення технологій, забезпечуючи наростаючий розвиток сільського господарства та забезпечення якісних продуктів для споживачів.

### Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Адамчук В.В., Борис М.М., Ігнат'єв Є.І. Властивості гички цукрового буряка при її збиранні. Вінниця. 2016. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вип. 3 (95). С.13-20.
2. Войтюк Д. Г., Булгаков В. М., Кропивко С. В., Онищенко В. Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. Київ : Друк, 2005. 464 с.
3. Войтюк, Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини: підруч. для студ. вузів, 2-е вид. Київ. Каравела, 2008. 551 с

**Ігор ЗАЄЦЬ<sup>6</sup>,**  
бакалавр 4-го року навчання,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ВІБРОТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАС

***Анотація.** Розглянута пропозиція поширення вібротранспортуючих машин на виробництві, у зв'язку з їх суттєвими перевагами над іншими видами транспортуючих машин. Встановлено, що перспектива заміни є невідкладною на сучасному етапі та розглянуті пропозиції щодо створення нових конструкцій вібротранспортерів з раціональними режимами й параметрами роботи.*

***Annotation.** The proposal of distribution of vibrotransporting machines on production, in connection with their essential advantages over other types of transporting machines is considered. It is established that the prospect of*

---

<sup>6</sup>Науковий керівник: к.т.н., доцент Швець Л.В., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

*replacement is urgent at the present stage and considered proposals for the creation of new designs of vibrating conveyors with rational modes and operating parameters.*

**Вступ.** На будь-яких сучасних виробництвах завжди існує необхідність транспортування предметів виробництва в межах своєї території та всередині підрозділів. Прагнучи до збільшення обсягу та якості продукції, що випускається, різних областей харчової промисловості, постійно підвищуються темпи виробництва. Будь-який розвиток вимагає, перш за все енергетичних витрат, з кожним роком потреби в електроенергії зростають.

Вібраційні транспортуючі машини мають суттєві переваги перед багатьма іншими видами транспортуючих машин:

- простота конструктивного виконання;
- мінімальна кількість пар тертя;
- зручність обслуговування; можливість герметизації робочого органу та поєднання транспортування з різними технологічними процесами;
- можливість переміщення продуктів, які важко транспортувати іншими способами;
- можливість без перевантаження транспортування, найбільша оптимальна довжина на один привід;
- можливість проміжного завантаження та розвантаження конвеєра;
- малі габарити по висоті;
- невелика питома витрата енергії на переміщення вантажу;
- можливість створення врівноважених конструкцій, що не передають коливання на фундамент;
- тривалий термін служби.

Вибір устаткування на виробництвах проводиться з собівартості, продуктивності, габаритних розмірів, енергоспоживання та інших.

У зв'язку з вищесказаним виникає необхідність у створенні нових конструкцій вібротранспортерів з раціональними режимами та параметрами роботи. Розробка конструкцій машин із ступінчастою поверхнею робочого органу, який здійснює гармонічні коливання в горизонтальній площині, що працюють з меншим енергоспоживанням сприятимуть підвищенню продуктивності та зниженню собівартості харчових продуктів, вироблених із зернового матеріалу, та збільшенню обсягу їх виробництва.

**Виклад основного матеріалу.** Транспортування сипких мас здійснюється конвеєрним способом та пневмотранспортуванням. На харчових виробництвах конвеєрний спосіб транспортування сипких продуктів здійснюється на стрічкових, скребкових, ковшових, гвинтових, інерційних, вібраційних та гравітаційних транспортерах, а пневмотранспортування – за допомогою установок пневмотранспорту [1, 5](рис.1).

Стрічкові конвеєри (стрічкові транспортери) отримали широке поширення завдяки своїй універсальності [2, 3](рис. 2). Ці пристрої застосовують для транспортування вантажів горизонтальними і комбінованими трасами, вони являють собою безперервно рухається конвеєрну стрічку. Залежно від типу роликкоопор, конвеєрна стрічка має плоску або жолобчасту форму. Необхідний натяг конвеєрної стрічки забезпечує натяжна станція.

При необхідності стрічкові конвеєри оснащують допоміжним обладнанням, що забезпечує їх експлуатацію в заданому режимі та створює умови для нормальної та надійної роботи всіх механізмів: завантажувальних, центруючих та очисних пристроїв, засобів контролю пробуксовки, цілісності та обриву стрічки, пристроїв для прибирання вантажів, що прокидаються, та пилопридушення, апаратури автоматичного керування, сигналізації та ін.

Популярність стрічкових конвеєрів досягається завдяки таким їх властивостям, як:

- висока продуктивність, що забезпечує швидкість руху стрічки;
- низькі енерговитрати;
- простота конструкції;
- висока надійність при тривалій експлуатації.

До недоліків стрічкових транспортерів відносять високий опір руху стрічки на опорних роликах, обумовлене провисанням стрічки та тертям її гумової обкладки про ролики. Відбувається підвищення енергоємності транспортування вантажу та зниження їх терміну служби.

Слід також зазначити, що використання стрічкових транспортерів утруднено при транспортуванні пилоподібних, гарячих та важких штучних вантажів, а також при кутах нахилу траси, що перевищують 18...20°.

Конвеєри скребкові переміщують вантаж, що рухаються по жолобу або трубі скребками [4]. Скребкові конвеєри можуть завантажуватися і розвантажуватися в будь-якій точці по всій довжині ринви. Застосування скребкових конвеєрів обмежене через подрібнення вантажів та швидке зношування жолоба, особливо при переміщенні абразивних матеріалів. Крім того, для таких конвеєрів характерна велика витрата енергії. Скребкові конвеєри зазвичай застосовуються для переміщення вантажу на відстані до 100 м.



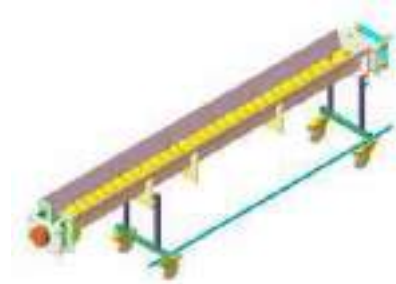
*Рис. 1 - Пневмотранспортер В. П. – 4.4*



*Рис. 2 – Стрічковий*



*Рис. 3 – Конвеєр скребковий*



*Рис. 4 – Гвинтовий конвеєр*



Гвинтові конвеєри призначені для транспортування вантажів на відстані до 40 метрів [2, 7](рис.4). Пристрій, зазвичай, складається з нерухомого жолоба або трубки, що містить гвинт (шнек), який підтримується підвісними підшипниками, з приводом на одному кінці і вільним іншим кінцем. Крім цього, гвинтовий конвеєр має завантажувальний і розвантажувальний патрубкі, приєднувальні фланці, механічний редуктор та приводний електродвигун.

Перевага гвинтового конвеєра щодо інших видів конвеєрів полягає у простоті конструкції та обслуговування, герметичності траси - транспортування вантажів відбувається в закритому жолобі, що забезпечує захист приміщень від пилу, гостропахнучих, газуючих і гарячих матеріалів. Також гвинтові конвеєри можуть застосовуватися як дозатори матеріалу в різних технологічних ланцюжках.

Як основний недолік гвинтових транспортерів слід зазначити те, що матеріал, крім поступального руху в напрямку осі транспортера, здійснює обертальний рух у напрямку окружної швидкості шнека, що підвищує енерговитрати та знижує їх продуктивність, а в деяких випадках може негативно вплинути на властивості вантажу.

Ковшові елеватори – це машини безперервної дії, призначені для переміщення сипких вантажів різної фракції у вертикальному напрямку або близькому до нього [3, 5](рис.5,6).

Пристрій є замкнутим полотном з тяговим органом, що огинає приводний і натяжний барабани (зірочки), і прикріпленими до нього ковшами. Несучою і захисною частиною елеватора є зварний сталевий кожух із завантажувальним і розвантажувальним патрубками. Привід має електродвигун, редуктор, муфти і останов, що запобігає зворотному руху полотна. На елеваторах застосовується гвинтовий або вантажний натягач. Швидкість руху полотна тихохідних елеваторів до 1 м/сек, швидкохідних до 4 м/сек. Подача ковшових елеваторів 5—500 м<sup>3</sup>/год, висота підйому Н не перевищує 60 м.

Перевагою елеваторів є простота конструкції та можливість транспортування матеріалів різних фракцій різної вологості на значну висоту.

До основних недоліків ковшових елеваторів належать:

- невідповідність фактичної та технічної продуктивності через недоліки прийомних та перевантажувальних пунктів, що веде до збільшення енерговитрат;
- підвищена запиленість у приймальних та перевантажувальних пунктах та просип сипучої маси;
- чутливість до перевантаження;
- обов'язковість рівномірної подачі вантажу;
- необхідність пристрою для запобігання зворотному ходу при вимкненому приводі.

Інерційні конвеєри слугують для транспортування сипких вантажів на порівняно короткій відстані горизонтальному або похилому (до 20°) напрямках [2, 6] (рис.7,8).

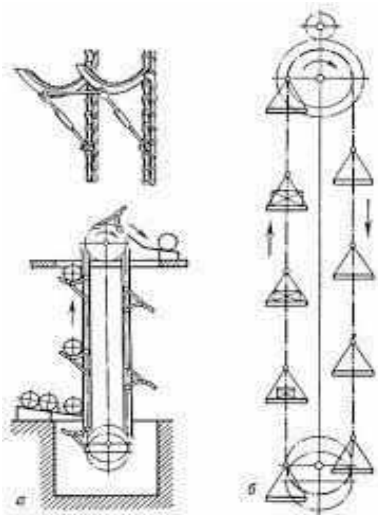
Конструктивно машина складається з нерухомої рами, привода, одного або декількох робочих органів і пружних з'єднань. Робочий орган буває

відкритого лоткового або коробчасто-трубчастого закритого типу. Останній забезпечує герметизацію матеріалу, що транспортується.

Інерційні конвеєри діляться на 2 групи: гойдаються, що характеризуються значними амплітудами та малою частотою коливань, і вібраційні – з малою амплітудою та великою частотою коливань.

Основними перевагами вібраційних конвеєрів [2, 7], що забезпечують їх ефективне застосування у промисловості, є:

1. відсутність подрібнення вантажу, що переміщується в процесі транспортування;
2. нікчемне зношування вантажонесучого органу;
3. простота конструкції;
4. практично повна відсутність деталей, що труться і швидко зношуються;
5. легкість обслуговування та догляду;
6. невисока енергоємність;
7. безпеку експлуатації;
8. можливість завантаження та розвантаження в будь-якій точці вантажонесучого органу;
9. зростання ефективності під час транспортування під схил.



*Рис. 5 - Схема ковшового конвеєр*



*Рис. 6 – Ковшовий конвеєр*



*Рис. 7 – Вібраційний конвеєр*



*Рис. 8 – Вібраційний конвеєр*

**Висновок.** Перспективним напрямком зменшення енергоспоживання, підвищення продуктивності та збільшенням обсягів виробництва з зернових матеріалів є заміна транспортуючих машин на ступінчастий, горизонтальний орган вібраційного транспортера.

Вібраційні конвеєри застосовують для транспортування на невелику відстань (не більше ніж 200 м). Найбільш доцільно вібраційні конвеєри більшості типів застосовувати для транспортування на відстань до 50 м, тому що в цьому випадку можуть бути використані простіші в конструктивному відношенні та більш надійні в експлуатації однопривідні транспортні установки.

На підставі перерахованих переваг для подальших досліджень ми вибираємо вібраційний конвеєр, як найперспективніший.

### Список використаних джерел

1. Токарчук О.А., Зозуляк І.А. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Підйомно-транспортні машини» «Транспортуючі машини» з галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство, спеціальністю 208 Агроінженерія, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Вінниця: ВНАУ, 2019. 100 с.

2. Токарчук О.А., Зозуляк І.А. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Підйомно-транспортні машини» «Вантажопідйомні машини» з галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство, спеціальністю 208 Агроінженерія, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Вінниця: ВНАУ, 2020. 106 с.

3. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічне обслуговування машин в рослинництві. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних робіт для студентів ОС Магістр спеціальності 208 Агроінженерія. Вінниця, ВНАУ, 2021. 84 с.

4. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК. Том І. Навчальний посібник. Вінницький національний аграрний університет, 2019. 647с.

5. Павленко В. С., Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Полєвода Ю. А. З'єднання в машинобудуванні. Вінниця: ПП «ТД»Едельвейс і К», 2015. 110 с.

6. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 647с.

7. Будяк Р.В., Посвятенко Е.К., Швець Л.В., Жученко Г.А. Конструкційні матеріали і технології: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 240с.

**Андрій КУЗЬМИЧ<sup>7</sup>,**  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **СПОСОБИ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА І ОСНОВНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

***Анотація.** Робота присвячена дослідженню актуальної практичної задачі, яка полягає в зниженні енерговитрат при подрібненні зернових матеріалів. У статті наведено аналіз обладнання, яке використовують на даний час в переробній галузі для подрібнення зернових культур.*

***Annotation.** The work is devoted to the study of an actual practical problem, which consists in reducing energy consumption during the grinding of grain materials. The article provides an analysis of the equipment currently used in the processing industry.*

**Вступ.** На сьогоднішній день актуальним для харчової та переробної промисловості України є створення прогресивних технологій, застосування яких дозволить здійснювати більш повну переробку рослинної сировини, а також інтенсифікувати існуючі технологічні процеси і розширити межі їх використання. За умови збереження наявних переваг великих підприємств доцільна ефективна децентралізація переробки зерна та насіння в продовольчі товари шляхом створення розвинутої системи малих підприємств та цехів фермерських господарств для виготовлення борошнених продуктів безпосередньо в регіонах вирощування сировини, споживання готової продукції. Для цього потрібно розширити функціональні можливості існуючих подрібнювальних машин. Вирішення такої задачі суттєво стримується відсутністю належного технологічного і технічного забезпечення переробки в зернових в умовах малих підприємств.

**Основна частина.** В даний час існує безліч видів кормів, кожен спрямований на задоволення потреб організмів різних видів, порід і вікових груп тварин. Це допомогло створенню великого числа способів обробки зерна.

За видами обробки кормових матеріалів способи можна розділити: на тепловий, механічний, хімічний, біологічний і біохімічний. У зв'язку з вищевикладеним можна зробити висновок: вид обробки різних матеріалів шляхом механічної дії за допомогою інструменту або робочого органу відноситься до обробки за допомогою механічної технології.

Подрібнення - це процес поділу матеріалу на частки необхідного розміру з заданими параметрами. Процес подрібнення відбувається за рахунок застосування до матеріалу руйнуючих сил, зокрема, механічного впливу

---

<sup>7</sup>Науковий керівник - к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Олена СОЛОНА.

(Рис 1.3). В результаті прикладених до зернівки сил накопичуються напруги, через виникнення напружень, що перевищують сили молекулярного зчеплення, відбувається руйнування матеріалу .

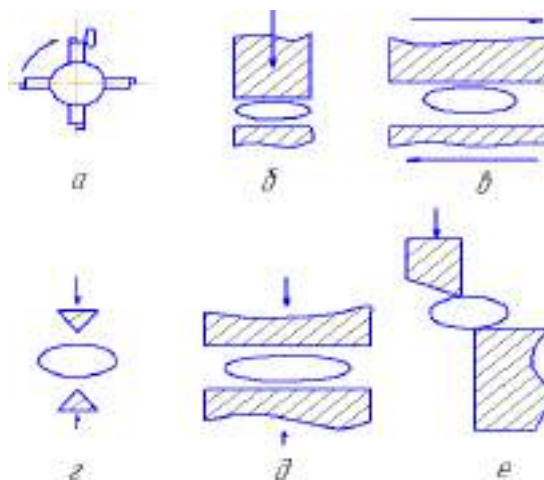
Найбільш поширеними видами подрібнення зерна є:

Подрібнення ударом. Один з найпоширеніших видів подрібнення на увазі вплив робочого органу на зернівку. Робочий орган представляє собою билу, яка завдає удару по матеріалу. При даному способі подрібнення переважає руйнування ударом. Поділяють його на руйнування вільним ударом і обмеженим. Руйнування при вільному ударі залежить від швидкості руху «молотка». При обмеженому ударі матеріал руйнується між двома робочими органами.

Подрібнення матеріалу за допомогою стирання. Спосіб відомий з давніх часів. Подрібнення стиранням відбувається за рахунок виникнення сил тертя під певним тиском на зерно робочими органами перемелювального пристрою і поступальної ходи робочих органів.

Розчавлювання або плющення. При роздавлюванні відбуваються об'ємні руйнування оброблюваного матеріалу за рахунок перевищення внутрішніх напружень над зовнішніми.

Різання. Спосіб руйнування, який полягає в поділі матеріалу на частини заздалегідь заданими параметрами форми і розмірів. При цьому процесом різання можна повністю управляти.



*Рис 1. - Схеми способів подрібнення: а - вільний удар; б - стиснутий удар; в- стирання; г - сколювання; д - розчавлювання; е – різання.*

Вибір способу подрібнення залежить від фізико-механічних властивостей матеріалу, що подрібнюється, а також обумовлений вимогами до кінцевого продукту подрібнення. Однак цього не можна сказати про подрібнення зернового матеріалу.

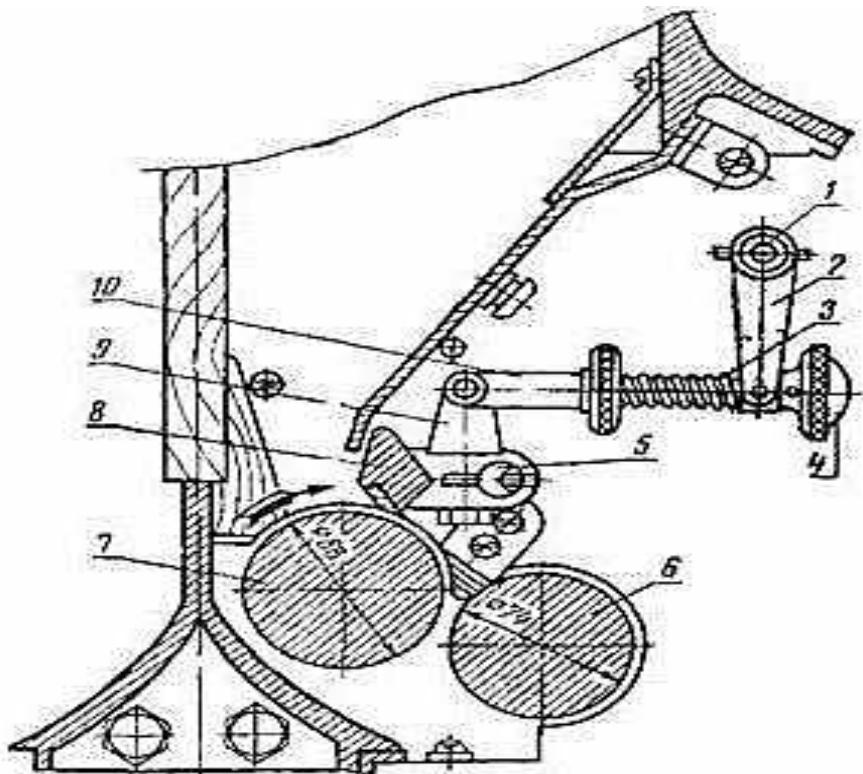
Зерно за своєю природою є аморфною речовиною. Зернівка складається з різних частин. У кожній частині свої фізико-механічні властивості, що і робить процес подрібнення зерна скрутним. Застосовувані машини для подрібнення зернових матеріалів поєднують одночасно кілька способів.

У кожній машині способи подрібнення комбінуються з переважанням одного .

На даному етапі розвитку машин і агрегатів для подрібнення зернових матеріалів існує безліч механічних пристроїв, подрібнюючих зернові культури.

Ці пристрої можна поділити на основні види машин. Жорнові млини. Відомі з давніх часів. Принцип дії практично не змінився з початку їх використання. Жорнові млини працюють за принципом стиснення і зсуву. Даний спосіб застосовується для обробки сухих неолійних культур. Як правило, робочими органами є два плоских жорна. Зерно подрібнюється між жорнами за рахунок обертання одного з робочих органів.

Вальцьові верстати. Призначені для розмелювання зернових культур. Основний компонент верстата - система валів. Працюють за способом сколювання і зсуву. Робочі органи вальцьових верстатів - рифлені вальці. Обертаються з різними або однаковими окружними швидкостями або один з робочих органів рухливий, а інший - нерухомий.



**Рис. 2 - Пристрій живлення вальцьового верстата БВ: 1 - валик, 2 - важіль, 3 - пружина, 4 - штурвал, 5 - твulка ексцентрикова, 6 - валок розподільний, 7 - валок дозуючий, 8 - заслінка, 9 - стійка, 10 – вилка**

Плющильні верстати. Призначений для плющення круп і лущеного зерна (ядра) при виробництві вівсяних, гречаних, перлових, ячних, кукурудзяних, пшеничних, рисових і інших видів пластівців. До особливостей режиму його роботи можна віднести охолоджувані вальці, що дозволяють створювати оптимальні умови плющення, що діють на продукт, що піддається плющення. Плющення зерна - поширений кормовий засіб по всьому світу в раціоні ВРХ, кіз, овець та інших жуйних тварин. Існує безліч плющильних верстатів вітчизняного виробництва.

Робочими органами верстатів є гладкі вальці, також зустрічаються плющильні стрічки.

На рис. 3 наведена схема плющильного верстата

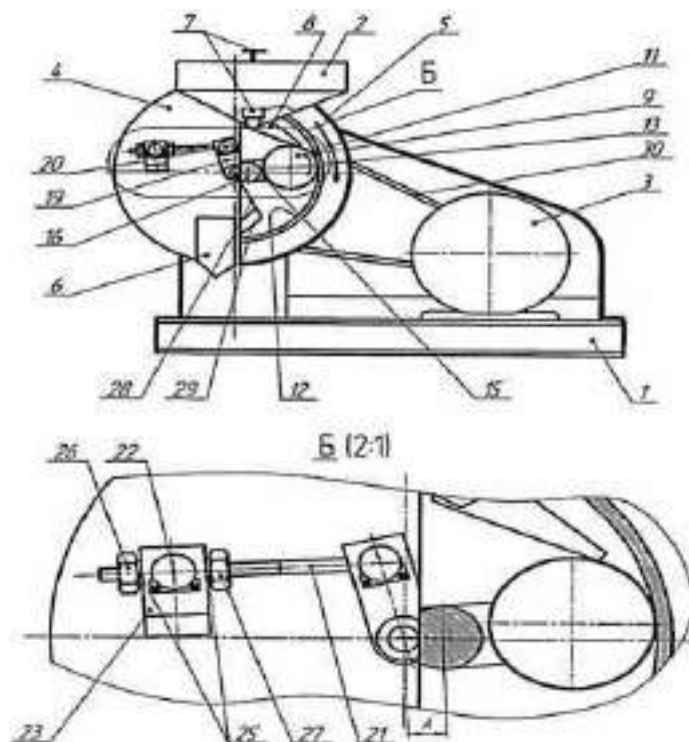


Рис. 3 - Схема плющильного верстата

Вальцові дробарки зерна складаються з рами 1, на ній встановлений вальцовий верстат 2 з камерою 3, всередині якої змонтовані паралельні обертові вальці 4 для подрібнення (плющення) зерна, приймальний бункер 5 з регулювальною заслінкою 6, пристрій живлення (скребковий транспортер) 7, поєднане з камерою для плющення зерна 3 за допомогою живильного бункера 8. Пристрій живлення являє скребковий транспортер 7 з гумовими скребками 9, при цьому нижня стінка 10 корпусу транспортера, по якій переміщається надійшов для плющення зернового матеріалу, складається з чотирьох, з'єднаних між собою ділянок: суцільнометалевої пластини (ділянка АВ), решета з дрібними отворами (ділянка ВС), решета з середніми (ділянка CD) і решета з великими отворами (колосового решета) (ділянка DE). Під решетами ВС, CD і DE, а також під верхньою кромкою нижньої стінки 10 корпусу транспортера змонтовані приймачі фракцій відповідно: дрібних домішок 11, фуражного зерна 12, насіннєвого зерна 13 і великих домішок 14.

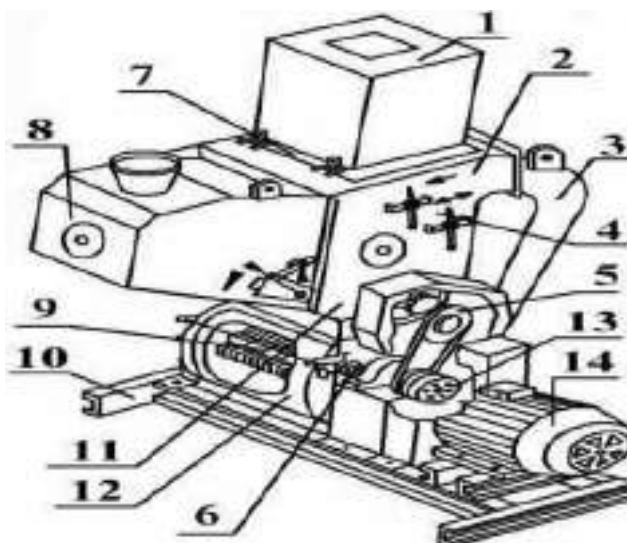
На тваринницьких комплексах і фермах найбільшого поширення набули дробарки молоткового типу із замкнутим повітряним контуром типу КДУ, ДКУ, КДМ, ДБ.

Часто зустрічається в сільському господарстві безрешітна дробарка ДБ-5, її основне призначення - подрібнення різних видів фуражного зерна нормальної і підвищеної вологості (до 17%).

Технічні характеристики дробарки ДБ-5:

1. Продуктивність по основному часу на зерні ячменю вологістю 12 - 14%, не менше 2 т / год. Для продукту, що має залишок на ситі з отворами діаметром 3 мм, не більше 5% - 2 т / год.

2. Продуктивність по експлуатаційному часу на зерні ячменю вологістю 12 - 14%; для продукту, що має залишок на ситі з отворами діаметром 3 мм, 2 т / год.  
На рисунку 4 представлена схема дробарки ДБ-5 з вузлами і деталями.



*Рис. 4 - Схема дробарки безрешиїтна ДБ-5: 1 - фільтр, 2 - розділова камера, 3 - кормопровід, 4 - механізми управління заслінкою, 5 - ведений двоступеневий, 6 - кришка, що відкидається, 7 - рамка, 8 - бункер, 9 - ротор, 10 - рама, 11 - корпус, 12 - кришка відкидна, 13 - втулочно-пальцева муфта, 14 – електродвигун.*

**Висновки.** За результатами публікації можна зробити наступні висновки:  
Недоліки дробарки ДБ-5:

- велика частка пилоподібної фракції в продукті помелу;
- велика енергоємність процесу, так як в процесі подрібнення до зернівки прикладені сили, як з боку матеріалу, що подрібнюється, так і робочих органів.

#### **Список використаних джерел**

1. Алієв Е.Б., Алієв Е.Б., Яропуд В.М., Драчов О.С., Фізико-математична модель руху насіння по лопаті барабана вібродозатора / Гаврильченко, А.В. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип 27. С. 97-104.
2. Алієв Е.Б., Яропуд В.М., Результати чисельного моделювання процесу роботи блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №4 (99) С. 18-24.
3. Берник І.М. Інтенсифікація процесу екстрагування рослинної сировини з використанням ультразвукової кавітації. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №2 (98). С.69-73.
4. Булгаков В.М., Бурлака В.В., Калетнік Г.М., Кравченко І.Є., Кучеренко С.І., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М., Березовий М.Г. Теоретична механіка. Посібник для практичних занять. (Під редакцією проф. Кучеренка С.І.). Вінниця: Нова книга, 2010. 667 с.
5. Гвоздєв О.В., *Вдосконалення процесу подрібнення зерна Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. 2011. № 11. С. 143-150.



**Максим БРАСЛАВСЬКИЙ<sup>8</sup>,**  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ УШКОДЖЕНЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ І РОЗВАНТАЖЕННІ**

***Анотація.** Робота присвячена вирішенню актуальної проблеми, яка полягає в зниженні пошкоджень під час розвантаження бульб картоплі шляхом удосконалення кузова транспортного засобу, проведений аналіз існуючих технологій транспортування та розвантаження бульб картоплі, розглянуто технічні засоби для їх здійснення.*

***Annotation.** The work is devoted to solving the actual problem, which consists in reducing damage during the unloading of potato tubers by improving the body of the vehicle, an analysis of existing technologies for transporting and unloading potato tubers is carried out, technical means for their implementation are considered.*

**Вступ.** Картопля займає одне з провідних місць в світовому виробництві сільськогосподарської продукції, і частка України становить 15 ... 17% виробленого картоплі. Картоплю в Україні вирощують на площі 3,2 млн. га, з огляду на всі категорії вітчизняних господарств, валовий збір в 2021 році склав 33,6 млн. т.

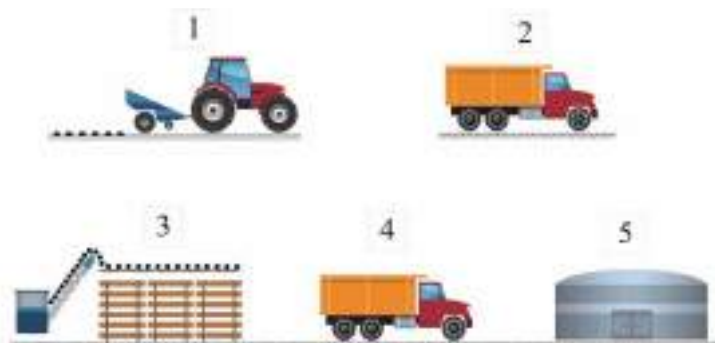
Іноземні країни виявляють значну цікавість до картоплі, так в США зафіксовано зростання кількості переробленої картоплі в 3 рази з 1960 по 2021 роки [43]. Картоплепродукти займають важливе місце в раціоні жителів Європи, Америки та Азії. У той же час пошкодження в процесі збирання, транспортування та післязбиральної обробки можуть досягати 50-60%, при чому до 10-15% пошкоджень бульб виникають під час вантажно-розвантажувальних робіт, що знижує якість картоплі. У зв'язку з цим зменшення пошкоджень картоплі при вивантаженні кузова транспортних засобів є важливою актуальною науково-технічною задачею.

**Основна частина.** Збирання картоплі є важливою операцією технології обробітку. Розрізняють декілька збиральних технологій: Збирання картоплі копачем, роздільна, комбінована і потокова (рис. 1., 2, 3). При збиранні картоплекопачем бульби, частково відокремлені від ґрунту і рослинних залишків, укладаються на поверхню прибраних грядок. Недоліками роботи копачів є сгруження клубненого пласта при підкопування, недостатня сепарація і втрати бульб присипаних ґрунтом, пошкодження бульб при підборі. Картоплекопачі застосовують на малих ділянках і в важких ґрунтово-кліматичних умовах, завдяки дешевизні вони широко поширені в Україні.

---

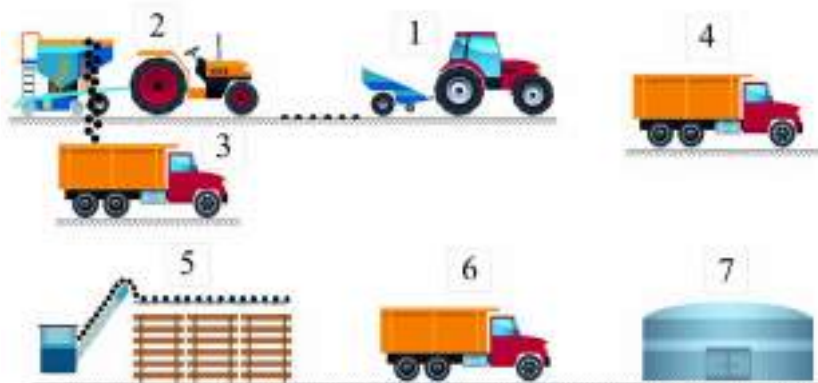
<sup>8</sup>Науковий керівник - к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Олена СОЛОНА.

Транспортні засоби застосовують не тільки в процесі збирання для перевезення картоплі з поля на сортувальний пункт, де відбувається його очищення від домішок і сортування, а й перевозять його з сортувального пункту в картоплесховища.

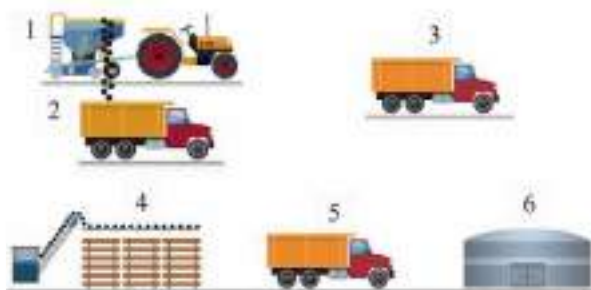


**Рис. 1. Схема прибирального процесу картоплі з використанням картоплекопача**  
 1 - картоплекопач; 2 - завантажений автомобіль; 3 - сортувальний пункт;  
 4 - завантажений автомобіль; 5 – сховище.

Перевезення картоплі є найважливішою операцією прибирального процесу і визначає можливість застосування потокового способу. Для перевезення картоплі застосовують самосвальні автомобілі і тракторні причеми.



**Рис. 2. Схема прибирального процесу картоплі двофазним способом**  
 1 - картоплекопач; 2 - комбайн підбирач; 3 - супроводжуючий автомобіль; 4 - завантажений автомобіль;  
 5 - сортувальний пункт; 6 - завантажений автомобіль; 7 – сховище.



**Рис. 3. Схема збирання картоплі прямим комбайнуванням (потокова технологія)**  
 1 - картоплезбиральний комбайн; 2 - супроводжуючий автомобіль; 3 - завантажений автомобіль;  
 4 - сортувальний пункт; 5 - завантажений автомобіль; 6 – сховище.

Незважаючи на те, що в польових умовах під час перевезення картоплі на невелику відстань до 5 км раціонально застосування тракторних причепів,

недостатня кількість тракторів в збиральний період призводить до використання великовантажних самоскидів. З іншого боку, при розвантаженні великовантажних транспортних засобів виникають інерційні навантаження маси бульб, що призводять до пошкоджень, тому потрібне вдосконалення кузовів даного виду транспорту.

При виробництві сільськогосподарської продукції виконується значна кількість механізованої і людської праці. Транспортні роботи складають важливу частину механізованих робіт, наприклад, витрати на транспортування вантажів складають 25-40% від загальних витрат на виробництво продукції. Транспортування сільськогосподарських вантажів, в основному, здійснюються автомобілями, при чому, йде тенденція до збільшення частки автомобільних перевезень з поліпшенням якості внутрішньогосподарських доріг.

У Франції та Німеччині тракторні транспортні засоби забезпечують 75-80% перевезень сільськогосподарських вантажів. В Італії тракторні потяги з причепами є основним сільськогосподарським транспортом. У США перевезення сільськогосподарських вантажів в основному здійснюється автомобільним транспортом, хоча частка тракторів досягає 35%.

На транспортні роботи припадає 10-12% загальних витрат на обробіток картоплі. В Україні більше 54% сільськогосподарських вантажів всередині господарства перевозиться автомобільними транспортними засобами по дорогах знаходяться в незадовільному стані. На внутрішньогосподарських перевезеннях часто застосовуються вантажні автомобілі загального призначення. При перевезеннях виникають прискорення до 3,5g, які викликають пошкодження вантажів.

При виробництві сільськогосподарської продукції виконується значна кількість механізованої і людської праці. Транспортні роботи складають важливу частину механізованих робіт, наприклад, витрати на транспортування вантажів складають 25-40% від загальних витрат на виробництво продукції. Транспортування сільськогосподарських вантажів, в основному, здійснюються автомобілями, при чому, йде тенденція до збільшення частки автомобільних перевезень з поліпшенням якості внутрішньогосподарських доріг.

При роботі декількох картоплезбиральних комбайнів на одному полі або загоні скорочується час завантаження транспортного засобу і з'являється можливість використання транспортних засобів великої вантажопідйомності. Незважаючи на збільшення ефективності перевезень сільськогосподарської продукції великогабаритним транспортом, виникає проблема недостатнього використання вантажопідйомності транспортних засобів через низьку об'ємну масу продукції.

Для зниження пошкоджень вантажів провідними фахівцями науково-дослідних інститутів розроблені вимоги, до використання сільськогосподарського транспорту. Перш за все, встановлені вимоги до спеціалізованих кузовів. Автотранспорт сільськогосподарського призначення обладнають надставними бортами і механізмами їх відкривання і закривання. Тиск в шинах повинен бути регульованим, при чому мінімальна межа повинна

складати 1-1,5 Бар. Також встановлюється діапазон швидкостей 1-8 м/с (3,6-29 км / год) для руху в технологічному режимі.

Потоковий метод збирання картоплі передбачає застосування автомашин-самоскидів (рис.4), автомашин з напівпричепами, тракторних самосвальних причепів (рис.5), напівпричепів. Основними вимогами до транспортних засобів для картоплі при збиранні є збільшення продуктивності за рахунок збільшення місткості, зниження простоїв при розвантаженні і мінімізація ушкоджень бульб.

У сільськогосподарському виробництві є дефіцит автомобілів сільськогосподарського призначення - автосамоскидів вантажопідйомністю 2 8т. Сільгоспідприємства України заповнюють дефіцит автомобілів сільськогосподарського призначення за рахунок великовантажної техніки, що не відповідає агротехнічним вимогам .

Внутрішньогосподарські перевезення картоплі в збиральний період здійснюються на малих плечах 5 ... 10 км, тому використання тракторних причепів також раціонально. Однак, при підвищенні швидкості руху тракторних причепів виникає «виляння причепа з боку в бік», що погіршує умови праці механізатора і їх експлуатаційні властивості. При вилянні причепа трактористу доводиться здійснювати постійні підрулювання і знижувати швидкість руху, що зменшує продуктивність і маневреність транспортного засобу. Тому застосування автомобілів, спеціально обладнаних для перевезення сільськогосподарської продукції дозволяє підвищити ефективність і якість внутрішньогосподарських перевезень сільськогосподарської продукції



*Рис. 4. Автомашини-самоскиди*



*Рис. 5. Тракторний причіп 2 ПТС 4*

В Україні для перевезення картоплі застосовують самоскиди ЗІЛ, ГАЗ, КамАЗ, МАЗ і тракторні причеми. Вивантаження картоплі здійснюють перекиданням кузова через задній борт через особливості приймальних бункерів картофелесортувальних пунктів, що викликає додаткові механічні пошкодження бульб, особливо при використанні універсальних самосвальних транспортних (рис. 6.).



*Рис. 6. Використовувані транспортні засоби під час перевезення картоплі з верхньою підвіскою заднього борту.*

Розвантаження самосвальних транспортних засобів великої місткості супроводжується підняттям кузова, при цьому слід враховувати висоту сховищ або навісів, а також пошкоджень бульб картоплі при розвантаженні.

Для підвищення прохідності і зниження тиску на ґрунт знижують тиск в шинах машин і причепів. З цією метою в ходових системах транспортних засобів використовують широкопрофільні шини.

**Висновки.** Аналіз робіт з дослідження процесів внутрішньогосподарських перевезень картоплі в кузові транспортних засобів показав, що одним з факторів, що впливає в значній мірі на рівень пошкоджень перевезеної продукції, є швидкість розвантаження кузова. Для зменшення швидкості розвантаження і пошкоджень перевезеної продукції в кузові транспортного засобу необхідно встановлювати поперечні перегородки, з пружного матеріалу.

#### **Список використаних джерел**

1. Солоня О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. 2-ге вид., допов. і перероб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 249 с.

2. Солоня О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ «Друк», 2020. 252 с.

3. Солоня О.В., Ковбаса В.П. Обґрунтування параметрів робочих органів для укладання внутрішньогрунтових зрошувачів: Монографія. Вінниця, 2020 – 155 с.

4. Солоня О.В. Статика взаємодії абсолютно твердих тіл із сипучим середовищем. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2018. №3 (90). С. 105-116.

**Максим БУЗДИГАН<sup>9</sup>,**  
бакалавр 4-го року навчання,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ МОТОРНОГО МАСЛА

***Анотація.** Стаття присвячена розробці пристрою для очищення моторного масла. У статті розглядаються основні проблеми, пов'язані з забрудненням моторного масла в автомобілях і інших механізмах, а також описується розроблений пристрій, який призначений для ефективного видалення забруднень та підтримання якості масла. Робота також включає розгляд інших можливих застосувань та способів очистки масел.*

***Annotation.** The article is devoted to the development of a device for cleaning engine oil. The article examines the main problems associated with the contamination of engine oil in cars and other mechanisms, and also describes a device designed to effectively remove contaminants and maintain oil quality. The work also includes consideration of other possible programs and methods of refining oils.*

**Вступ.** Пристрій очищення моторного мастила в автомобілі чи іншому двигуні використовується для видалення забруднень і зірваних частинок із мастильної системи, яка забезпечує змащення рухомих деталей двигуна. Очищення мастильної системи є важливою процедурою для підтримання нормальної роботи двигуна та збільшення його тривалості служби.

Основні елементи приладу очищення моторного мастила включають:

➤ **Мастильний фільтр:** Це спеціальний фільтр, який розташований в мастильному шляху і збирає забруднення і частинки із мастила, перш ніж воно надходить до рухомих деталей двигуна.

➤ **Мастильний насос:** Мастильний насос відповідає за перекачування мастила через мастильну систему.

➤ **Система очищення:** Деякі двигуни також можуть мати додаткову систему очищення мастила, яка відфільтровує та очищує мастило перед повторним використанням.

➤ **Осаджувачі і відстійники:** Ці компоненти можуть використовуватися для відділення важких забруднень та осаду від мастила.

➤ **Спеціальні датчики і контрольні пристрої:** Деякі сучасні автомобілі мають системи моніторингу мастильного тиску і якості, які можуть автоматично сповіщати водія про потребу в заміні мастила або обслуговуванні мастильної системи.

Для підтримки нормального функціонування приладу очищення моторного мастила, важливо вчасно змінювати мастильний фільтр та забезпечувати належний рівень мастила в двигуні.

---

<sup>9</sup>Науковий керівник - к.т.н., доцент Швець Л.В., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Регулярна заміна мастила та обслуговування мастильної системи допомагають тривалому і ефективному функціонуванню двигуна автомобіля.

Підбір пристрою для очищення моторного мастила для великого або ж малого підприємства може бути не легким завданням, оскільки він залежить від багатьох факторів.

Ось кілька кроків, які можуть вам допомогти в підборі пристрою для очищення моторного мастила:

**Аналіз потреб:** Слід ретельно проаналізувати потреби вашого підприємства. Скільки транспортних засобів ви обслуговуєте? Які типи двигунів вони мають? Як часто потрібно проводити обслуговування мастильної системи?

**Бюджет:** Визначте бюджет, який ви готові витратити на придбання та обслуговування пристрою.

**Вивчення ринку:** Дослідіть ринок пристроїв для очищення моторного мастила, порівняйте характеристики, якість та ціни різних моделей.

На основі цих кроків, ви зможете зробити обґрунтований вибір пристрою для очищення моторного мастила, який відповідає вашим потребам та бюджету вашого великого підприємства.

**Мета.** розробка та розгляд пристрою для очищення моторного масла, фізико-хімічні методи очищення олив, розгляд реактивної центрифуги.

### ***Виклад основного матеріалу.***

За призначенням та областю використання мастила поділяються на:

- моторні;
- трансмісійні;
- індустріальні;
- гідравлічні.

Термін служби мастильної оливи залежить від швидкості накопичення у ній шкідливих домішок та її старіння. Суть старіння полягає у тому, що в процесі експлуатації відбувається хімічна взаємодія оливи з киснем повітря з утворенням шламу та розчинних кислот. [1, 3]

Фізико-хімічні методи очищення масла включають коагуляцію та адсорбцію. Ці методи очищення та відновлення масла широко застосовуються.

Коагуляція - це використання спеціальних речовин (коагулянтів) для переведення частинок забруднень в маслі в колоїдний або дрібнодисперсний стан. До коагулянтів відносяться електроліти неорганічного і органічного походження, поверхнево-активні речовини без електролітичних властивостей, колоїдні розчини поверхнево-активних речовин і гідрофільних полімерних сполук.

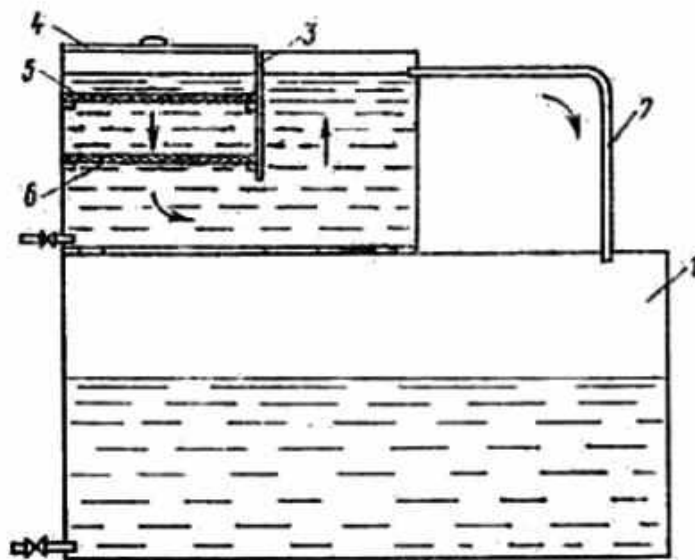
Час коагуляції забруднень у відпрацьованій оливі зазвичай становить 20-30 хвилин, після чого коагульовані забруднення можна видалити відстоюванням, відцентровим промиванням або фільтрацією.

Процес адсорбції - очищення відпрацьованого мастила засноване на здатності речовин, що діють як адсорбенти, утримувати продукти забруднення на зовнішній поверхні гранул і на внутрішній поверхні капілярів, що пронизують гранули. В якості адсорбентів використовуються речовини

природного походження (вибілена глина, боксити, природні цеоліти) і штучно отримані речовини (силікагель, оксид алюмінію, алюмосилікатні сполуки, синтетичні цеоліти).

Адсорбційне очищення може здійснюватися контактними методами, коли масло змішується з порошкоподібним адсорбентом, перколяційними методами, коли мастило, що очищується, пропускається через адсорбент, і протитечійними методами, коли олива і адсорбент рухаються один проти одного. Недоліком контактного очищення є те, що велику кількість адсорбенту доводиться викидати, що забруднює навколишнє середовище.

Під час ремонту та обслуговування тракторів відпрацьоване мастило збирається в бак у тракторній майстерні. Щоб запобігти потраплянню великих сторонніх предметів у бак з оливою, було розроблено простий пристрій для промивання масла (рис. 1), який встановлюється в баку 1. Він складається з ємності, розділеної на дві частини 3, що не досягають 1/3 висоти дна. В одній частині є знімна кришка 4, в яку заливається мастило. [2, 3]



*Рис. 1 – Пристрій для очищення мастила: 1 – Резервуар; 2 – Трубопровід для відведення чистого мастила; 3 – Стінка; 4 – Знімна кришка; 5, 6 – знімні сітки.*

У цій же частині є дві знімні решітки 5 і 6 з осередками діаметром 10 мм вгорі і 4 мм внизу. У верхній частині другої секції розташований трубопровід 2 для зливу чистого, відстояного мастила в бак. При необхідності осад періодично зливається з ємності, а сітка ретельно очищається.

Впровадження даного обладнання дозволило отримати більш чисту та якісну відпрацьовану оливу.

Реактивні масляні центрифуги (РМЦ) (рис. 2).

РМЦ характеризуються тим, що ротор рухається під впливом сили реакції, що генерується струменем масла, який виходить під тиском з сопла ротора (ефект колеса Сегнера). Частково проточна центрифуга працює паралельно з фільтром грубого очищення. Олія з насоса потрапляє в корпус і розділяється на два потоки. Більша частина масла направляється на фільтр грубої очистки і лише близько 10 відсотків на ротор струминної масляної

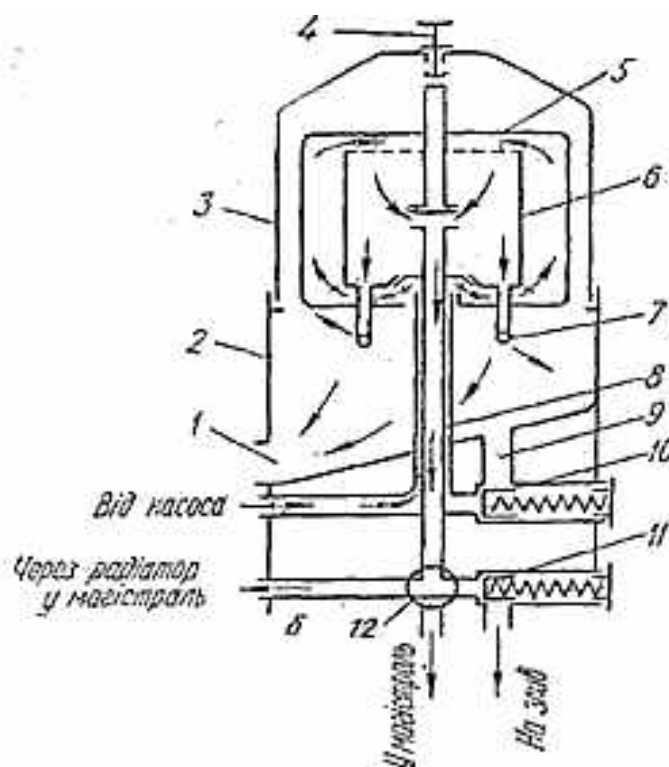


центрифуги. Масло надходить у внутрішню порожнину ротора з вихідного отвору маслопроводу під тиском 03-06 МПа. Масло заповнює внутрішню порожнину ротора, проходить через сітку маслопідводного патрубка 6 і виходить з форсунки 2 в корпус у вигляді двох потужних, протилежно спрямованих струменів; з корпусу РМЦ масло вільно витікає в піддон.

Струмені оливи з форсунок штовхають ротор з силою реакції, змушуючи його обертатися.

Домішки, що містяться у важкій оливі, під дією відцентрових сил відкидаються до внутрішніх стінок ротора і осідають там. Олива, вільна від важких домішок, конденсується біля обертового валу і у верхній частині ротора, звідки через патрубок потрапляє в піддон картера. [4]

Домішки, що осідають на внутрішній поверхні ротора, регулярно видаляються під час технічного обслуговування ПФЦ.



**Рис. 2 – Схема роботи реактивних масляних центрифуг: а - неполнопоточной; 1 - корпус; 2 - форсунка; 3 - ковпак; 4 - зав'язаний гвинт; 5 - ротор; 6 - маслозаборные трубки з сітками; 7 - вихідний отвір в підвідному масляному каналі; б - Повнопоточковий; 1 - слив масла в піддон; 2 - корпус; 3 - ковпак; 4 - зав'язаний гвинт; 5 - ротор; 6 - внутрішній стакан; 7 - форсунка; 8 - кільцевої підвідний канал; 9 - сливної канал редукційного клапана; 10 - редукційний клапан; 11 - зливний клапан; 12 - перемикач масляного радіатора.**

У повнопоточкових центрифугах масло від насоса подається в нижню частину ротора через кільцевий впускний канал. Після відцентрового очищення в роторі олія проходить через сітку у внутрішню порожнину стакану. Тут очищена олія розділяється на два потоки. Один направляється до форсунки і використовується для обертання ротора, інший - в основну масляну магістраль двигуна. Перепускний клапан запобігає підвищенню тиску вище встановленого максимального тиску, відводячи його з потоку на розвантаження. Перепускний

клапан обмежує максимальний тиск у головній масляній магістралі. Вимикач вмикає та вимикає масляний радіатор в радіаторі. При увімкненому охолоджувачі масло надходить в головну масляну магістраль в охолоджену стані. [4, 5]

Будова та принцип роботи розробленого обладнання.

Система підігріву, очищення та дозування мастила складається з вузлів і агрегатів, що складаються з відпрацьованих деталей машин та інших компонентів. В якості ємності 1 використовується стандартна бочка зі знятим дном (рис. 3). В якості ізоляції використовуються азбестові листи і дерматит. Кришка 7 з заливним отвором 14 виготовляється на місці з металопрокату. Масляний насос 3 запозичений від двигуна СМД-14, а дросель 2 є редуційним клапаном.

Фільтр 10 для очищення сиріої оливи запозичений від двигуна ЯМЗ, а струменева масляна центрифуга 11 - від двигуна СМД-14. Манометр 13 є додатковим приладом, який обирається відповідно до комплекту поставки. Гнучкі шланги високого тиску 4 запозичені з гідравлічних систем тракторів ДТ-75 і Т-150 К. Запірний клапан 9 має направляючу канавку 17 для спрямування мастила від струминного приводу центрифуги і запобіжного клапана в баки зі сталевих листів або алюмінієвого сплаву. У цьому випадку зливна труба 16 функціонує через направляючий паз. Дистанційний сигнальний пристрій повинен мати електричні контакти для забезпечення напівавтоматичної роботи пристрою. Електродвигун вмикається при досягненні заданої температури. Фільтри 10 і 11 кріпляться болтами до пластини 13 (див. рис. 2) за допомогою ущільнювальних прокладок. Товщина пластини 8-12 мм. У ній просвердлені отвори для входу і виходу фільтра і встановлені штуцери для підключення шлангів гідравлічної системи. У плиті під центрифугою вирізається вікно такого ж розміру, як і вікно нагнітання в реактивному приводі центрифуги, і закривається напрямною канавкою 14. Тарілка кріпиться болтами до горизонтальної рами 12, виготовленої з кутників 32x32 мм. До цієї рами також кріпляться пластина фільтра грубого очищення і рама насосної станції 6. Вертикальний вал 8 має еластичне 9 з'єднання вгорі і різьбове 4 з'єднання внизу. Насос 3 приймає масло з масляного входу 1 з сітчастим фільтром і нагнітає його в насос 3 через патрубок 2. Очищене масло подається через нагнітальний шланг з пістолетом.

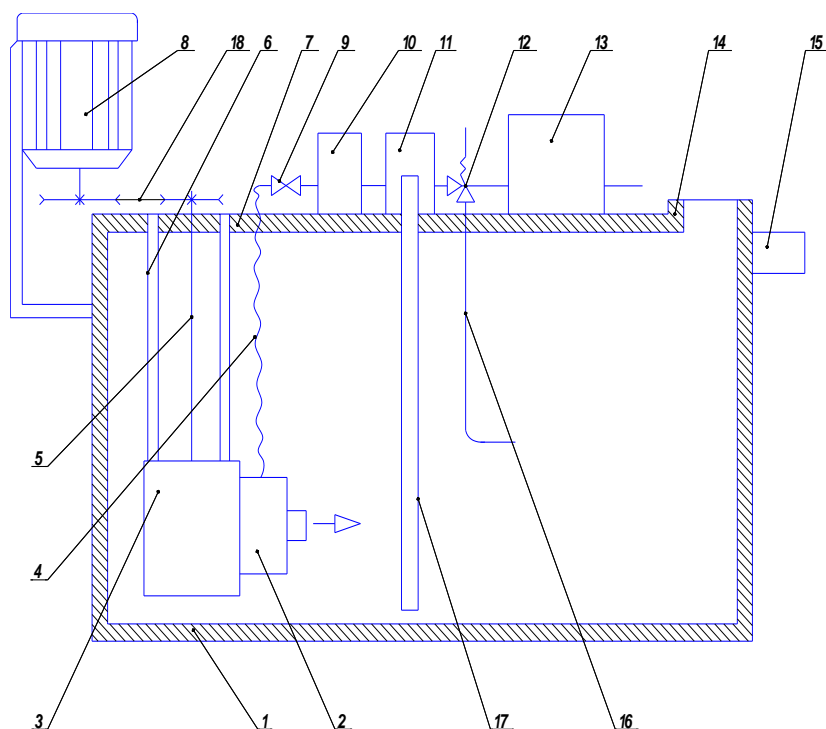
Таким чином, обладнання для підігріву, очищення та зливу мастила виготовляється з компонентів, отриманих з утилізованої техніки.

Принцип роботи пристрою:

Після запуску електродвигуна і закриття запірних клапанів все мастило, що перекачується насосом, проходить через дросельний клапан 15, де мастило нагрівається. Потім воно проходить через фільтр грубого очищення, де видаляються великі механічні домішки. Якщо нове або відпрацьоване мастило потребує ретельного очищення, його підігрівають до 60-70°C.

Для ефективної фільтрації оливи, особливо відцентрової, необхідна попередня обробка оливи. Через міцні атомні та молекулярні зв'язки між дрібними частинками домішок і молекулами рідини, щільність забрудненої і

чистої оливи майже однакова, а отже, вона не піддається високому ступеню очищення. Тому забруднюючі частинки не можуть бути видалені за допомогою відцентрового очищення. Для цього часто використовують дроселювання. Коли струмінь оливи залишає диск, тиск і швидкість оливи швидко змінюються, підвищуючи ефективність подальшого відцентрового очищення. Цей процес також зменшує шум дроселювання і рівномірно розподіляє тепло від потоку оливи без перегріву оливи.



**Рис. 3 – Схема проектного пристрою для очищення мастила: 1 – Резервуар; 2 – Дросель; 3 – Насос; 4 – Гнучкий рукав; 5 – Вертикальний вал; 6 – Рама; 7 – Кришка; 8 – Електродвигун; 9 – Запорний клапан; 10 – Фільтр; 11 – Центрифуга; 12 – Зливний клапан; 13 – Лічильник; 14 – Заливна горловина; 15 – Електроконтактний термометр; 16 – Зливний трубопровод; 17 – Направляючий жолоб; 18 – Клинопасова передача привода вала.**

Зневоднення оливи відбувається за рахунок води, що залишається в осаді, який утворюється на стінках ротора центрифуги. Через швидке падіння тиску у вихідному струмені, більша частина води випаровується при виході з сопла центрифуги. Вода, що міститься в олії, википає при температурі 60-70 °С, після чого олія піддається рафінації. Таким чином, нагнітальна камера приводу центрифуги з'єднана з атмосферою, і олія, що подається в привід центрифуги, зливається в резервуар по жолобу. Жолоб опускається на дно резервуара і служить для запобігання перенасичення олії повітрям. Повністю очищене масло зливається через зливну трубу в бак для подальшого очищення при закритому клапані на роздавальному пістолеті. Насос видаляє найбрудніший нижній шар оливи, який не пройшов через фільтр або пройшов через нього в меншій мірі.

Мастило, що пройшла через фільтр три-чотири рази, подається споживачеві або перекачується в резервуар для подальшого використання.

Контроль температури масла і напівавтоматичну роботу установки забезпечує електричний контактний термометр, який автоматично зупиняє двигун при досягненні заданої температури.

Відцентровий метод очищення не гарантує видалення з відпрацьованої оливи найдрібніших частинок вуглецю і може надати оливі чорного кольору, але не впливає на експлуатаційні характеристики оливи. Тому колір відпрацьованої оливи не є показником ступеня очищення. Лабораторні аналізи показують, що масло не містить води або абразивних домішок навіть після дворазового проходження через фільтр. Використання цього обладнання на виробничих лініях дозволить зменшити витрати на закупівлю запасного масла.

**Висновок.** Отже навіть з відпрацьованих деталей машин та інших компонентів можна власноруч виготовити ефективну систему підігріву очищення та дозування мастила, однак важливо ретельно продумати проект, враховуючи фактори безпеки та ефективності системи. Використання відпрацьованих деталей може бути вигідним з екологічної точки зору, але потребує обережності щодо їхнього стану і сумісності. Розглянувши основні проблеми, пов'язані з забрудненням моторного масла в автомобілях та інших механізмах дослідили альтернативні способи очистки мастил, такі як фізико-хімічний та за допомогою реактивних центрифуг.

#### Список використаних джерел

1. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 647 с.
2. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. та ін. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч.ІІІ: Підручник. К.: Хай Тек-Прес, 2013. 528 с.
3. Будяк Р.В., Посвятенко Е.К., Швець Л.В., Жученко Г.А. Конструкційні матеріали і технології: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 240 с.
4. Омелянов О. М., Спірін А. В, Твердохліб І. В. Безпека праці та життєдіяльності: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 334 с.
5. Павленко В. С., Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Полєвода Ю. А. З'єднання в машинобудуванні. Вінниця: ПП «ТД»Едельвейс і К», 2015. 110 с.

Денис ЮРЧЕНКО<sup>10</sup>,  
Студент 3-го курсу,  
Інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ GPS ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У СПОЛУЧЕНИХ ШТАТАХ АМЕРИКИ

***Анотація.** У даній статті наведений опис, використання GPS для вирощування сільськогосподарських культур в Сполучених штатах Америки. Розглядається багатогранне застосування GPS у сільськогосподарському секторі, з акцентом на його ролі в підвищенні ефективності методів точного землеробства. Інтеграція GPS в сільськогосподарську техніку, таку як трактори та комбайни, безпілотні літальні апарати, які стали цінними інструментами для моніторингу врожаю, виявлення хвороб, прогнозування врожайності, визначення графіків збирання врожаю, визначення стратегії управління.*

***Annotation.** This article describes the use of GPS for the cultivation of agricultural crops in the United States of America. The multifaceted application of GPS in the agricultural sector is considered, with an emphasis on its role in improving the efficiency of precision farming methods. Integrating GPS into agricultural machinery such as tractors and combines. Also unmanned aerial vehicles with GPS navigation. These in turn have become valuable tools for crop monitoring, disease detection and yield prediction, further improving crop management strategies.*

***Вступ.** Застосування технології глобальної системи позиціонування (GPS) в сільському господарстві пережило в останнє десятиріччя трансформаційний розвиток, особливо на величезних сільськогосподарських ландшафтах Сполучених Штатів Америки. У цій статті розглядається багатогранна роль GPS у модернізації та оптимізації сільськогосподарських виробничих процесах. Зосереджуючись на точному землеробстві, яке передбачає впровадження GPS у сільськогосподарську техніку, таку як трактори та комбайни, а також використання безпілотних літальних апаратів з GPS-навігацією. Використання технології GPS виходить за рамки лише навігаційних функцій, таке технологія стала основою для підвищення врожайності сільськогосподарських культур, моніторингу стану сільськогосподарських культур та прогнозування результатів збирання врожаю. У цій статті висвітлюється ключова роль GPS у формуванні майбутнього сільського господарства в Сполучених Штатах, де інновації поєднуються зі стійкими методами ведення сільського господарства. Впровадження технології GPS в американському сільському господарстві постійно розвивається і стало*

---

<sup>10</sup>Науковий керівник – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу Гунько І. В.

справжнім проривом інноваційного підходу до ведення сучасного рослинництва.

Точність яку забезпечує GPS, дала змогу фермерам приймати рішення на основі даних, оптимізуючи свої ресурси, зменшуючи вплив на навколишнє середовище та підвищуючи продуктивність сільськогосподарських культур. Крім того, поява безпілотних літальних апаратів з GPS-навігацією відкрила нові горизонти в сільському господарстві. Вони, відіграють важливу роль у моніторингу та управлінні врожайми. Тому дослідження досвіду Сполучених Штатів Америки у використанні GPS-навігації є актуальною темою аналізу, результати якого можуть бути використані в процесі планування застосування технології GPS в сільському господарстві України.

Метою проведеної в статті інформації є аналіз застосування технології GPS у сільськогосподарському секторі, особливо наголошуючи на її ролі у ефективності та точності сільськогосподарських виробничих процесів.

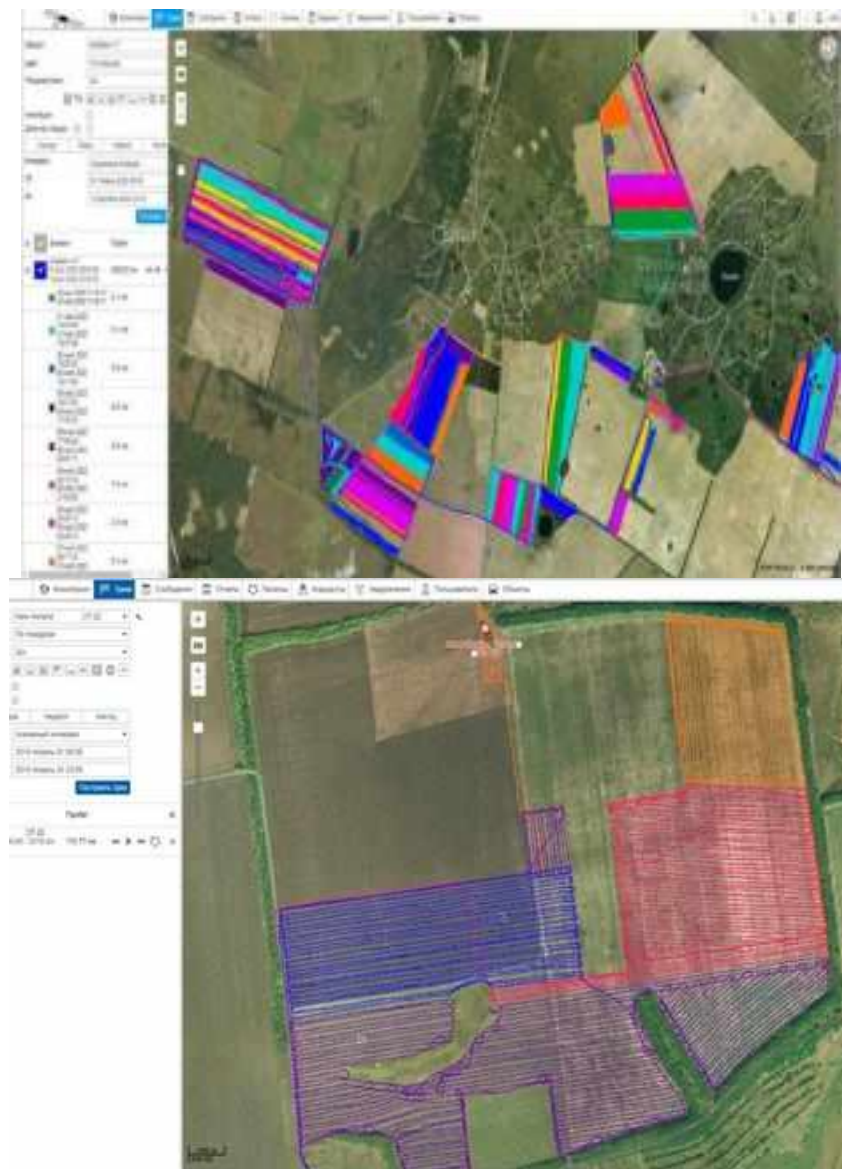
Розглянемо те, як інтеграція GPS в сільськогосподарську техніку, включаючи трактори та комбайни, революціонізувала спосіб виконання сільськогосподарських завдань, що призвело до оптимізації ресурсів та підвищення продуктивності. Визначимо важливу роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з GPS-навігацією в моніторингу врожаю, виявленні хвороб, прогнозуванні врожайності, збору врожаю підкреслюючи їх внесок в обґрунтоване прийняття рішень у сільському господарстві.

**Виклад основного матеріалу.** Застосування GPS у сільськогосподарському секторі приводить до підвищення врожайності через постійний моніторинг здоров'я рослин у режимі реального часу, аналіз стану вегетації сільськогосподарських культур, відповідність рівня їх розвитку календарному плану проведення механізованих робіт. Тепер фермери можуть оперативно виявляти дефіцит поживних речовин і зараження шкідниками, що призводить до здоровішого врожаю та підвищення врожайності, приймати рішення щодо зміни норм внесення мінеральних та органічних добрив, вирішувати питання залучення додаткових ресурсів для підвищення врожайів. Іншим важливим фактором є те, що GPS дозволяє фермерам працювати з точністю до сантиметрів на своїх полях.

А це у свою чергу дозволяє виробникам ефективно розподіляти ресурси, такі як добрива і вода, забезпечуючи їх рівномірне та оптимальне використання. Зменшення перекриття робіт на полі економити час і ресурси.

Ще одним важливим фактором є моніторинг і управління: ця технологія дозволяє фермерам віддалено відстежувати роботу сільськогосподарських машин і навіть керувати ними з великої відстані. Це особливо корисно в сучасному сільському господарстві, де можна ефективно керувати обладнанням навіть з іншої ферми або навіть країни. На рисунку 1 наведені приклади того, як відображаються дані в системі GPS моніторингу.

GPS керування сільськогосподарською технікою, включаючи трактори та комбайни, дозволило максимально автоматизувати моніторинг виконання сільськогосподарських завдань, що призвело до мінімізації використання ресурсів та підвищення прибутковості сільськогосподарського виробництва.



*Рис.1 - Дані моніторингу в системі GPS*

Традиційно фермери вимірюють врожайність культур для всього поля або для великих ділянок. Цей метод не враховує різницю в ґрунті, навколишньому середовищі та культурі. Глобальна система позиціонування (GPS) зробила можливим точне управління ділянками (SSM), яке дозволяє фермерам вимірювати врожайність набагато менших масштабах.

Для визначення миттєвої врожайності фермер повинен знати три речі: швидкість потоку зерна, швидкість руху комбайна та ширину захвату жатки. Швидкість потоку зерна можна виміряти за допомогою датчиків потоку зерна, а швидкість руху комбайна – за допомогою GPS-приймача. Ці дані можуть бути геоприв'язані до координат відповідних точок даних врожайності за допомогою комп'ютерних програм. Це генерує величезну кількість даних за весь сезон збирання врожаю. Зібрані дані надсилаються до інженерних лабораторій для створення карти врожайності кожного оцифрованого поля для різних сільськогосподарських культур..

Карти врожайності показують зібрану масу на одиницю площі. Вони можуть використовуватися для виявлення ділянок з низькою врожайністю, які потребують додаткових ресурсів, або ділянок з високою врожайністю, які можна оптимізувати. Інформація надходить на супутники, які у свою чергу надсилають всі потрібні дані в спеціальне програмне забезпечення (рис.2).



*Рис.2 - Моніторинг стану посівів для формування карти врожаю*

Важливу роль також відіграють безпілотні літальні апарати (БПЛА) з GPS-навігацією, які нарівні зі супутниковими технологіями використовуються для моніторингу врожаю, хвороб, визначені розміру майбутнього врожаю, на основі даних БПЛА, виконується обґрунтоване прийняття рішень з питань оптимізації використання ресурсів, таких як вода, добрива та пестициди, планування посівів і врожаю наступного сезону, управління посівами в умовах зміни клімату.

Переваги використання БПЛА для збору урожаю:

1. Доступність, БПЛА можна використовувати для збору урожаю в місцях, де неможливо використовувати комбайни або ручну працю.
2. Ефективність, БПЛА можуть збирати урожай швидше і ефективніше, ніж люди.
3. Точність, БПЛА можуть збирати урожай більш точно, ніж комбайни.
4. Безпека, БПЛА можуть безпечно збирати урожай в важкодоступних місцях.

Як це працює? Для збору урожаю за допомогою БПЛА використовується система відбору врожаю, приєднана до програмного забезпечення БПЛА. Система відбору врожаю використовується також для збору ягід або овочів. Зібраний урожай можна завантажувати в контейнери або на інший БПЛА для транспортування.



Недоліки використання БПЛА з GPS-навігацією, які гальмують їх масове використання:

1. Висока вартість обладнання.
2. Відсутність нормативно-регулюючої бази використання БПЛА.
3. Недосконала система безпека польотів БПЛА, особливо в районах, що межують з аеропортами або зонами високо поверхових будівель.
4. Недосконала система захисті конфіденційних даних про стан та врожайність сільськогосподарських угідь окремих фермерських господарств.

Незважаючи на ці недоліки, використання БПЛА з GPS-навігацією має потенціал для значного підвищення ефективності і продуктивності сільського господарства.

Зупинимось на аналізі БПЛА, які можна використовувати для збору врожаю. Для збору урожаю можна використовувати різні типи БПЛА. Найпоширенішими типами є мультикоптери і квадрокоптери. Мультикоптери, це БПЛА, які мають кілька двигунів, що дозволяє їм безпечно літати в умовах сильного вітру. Квадрокоптери (рис. 3) мають чотири двигуни, що робить їх більш простими в управлінні.

БПЛА з GPS-навігацією є потужним інструментом, який може допомогти фермерам підвищити ефективність і продуктивність свого виробництва. Ці технології продовжують розвиватися, і їх потенціал для сільського господарства є значним. Невеликий квадрокоптер дозволяє не тільки визначити стан посівів але й зробити аналіз ґрунту. Інформацію яку отримують агрономи дає можливість прийняти конкретні рішення щодо посівів, (раніше такі рішення приймалися виключно на власних передбаченнях, що ґрунтувалися на статистичних даних). За допомогою сучасного високотехнологічного пристрою можна отримувати дані про вирощувані культури в режимі реального часу. І не тільки. Все залежить від комплектації. Такий важливий та великий сегмент сільськогосподарських робіт, як обприскування проти хвороб і шкідників, внесення добрив, полив – все це також входить в компетенцію агродрона.



*Рис.4 Квадрокоптер (Агродрон)*

Агродрони мають багато переваг, серед яких – економія часу на огляд всієї ділянки поля в пошуках бур'янів або проведення аналізу поля, поліпшення врожайності, прийняття ефективних рішень щодо посівів і самих ділянок.

**Висновок.** Технологія GPS відіграє важливу роль у сучасному сільському господарстві, яка використовується для підвищення ефективності та точності сільськогосподарських технологій, а також для прийняття обґрунтованих рішень. GPS-навігаційні системи дозволяють тракторам, комбайнам автоматично керуватися по полях, що знижує ризик помилок їх навігації, підвищує ефективність використання палива та зменшує час на проведення технологічних операцій. Карти врожайності показують зібрану масу на одиницю площі, що значно спрощує контроль за веденням господарської діяльності. В цілому, технологія GPS є потужним інструментом, який може допомогти фермерам підвищити ефективність і продуктивність свого виробництва. Ці технології продовжують розвиватися, і очікується, що їх використання в сільському господарстві буде зростати в майбутньому. Технологія GPS має потенціал для трансформації сільського господарства України, зробивши його більш ефективним і стійким.

#### Список використаних джерел

1. Cultivating Change 13: Technological & Innovative Leaps in Agriculture: Precision Farming. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/cultivating-change-13-technological-innovative-leaps-precision-walsh> (дата звернення: 04.10.2023)
2. GPS НА ТРАКТОР. URL: <https://gps-monitoring.com.ua/gps-na-traktor/> (дата звернення: 04.10.2023)
3. Технології Супутникового Моніторингу Для Телекомунікаційного Сектору. URL: <https://eos.com/uk/products/crop-monitoring/telecom/> (дата звернення: 04.10.2023)
4. Використання агродронів в сільському господарстві: все, що потрібно знати. URL: <https://storgom.ua/ua/novosti/ispolzovanie-agrodronov-v-selskom-hozyajstve.html> (дата звернення: 04.10.2023)

**Владислав ДЕРУНЕЦЬ<sup>11</sup>,**  
студент 2 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## РОЗРОБКА ГІДРАВЛІЧНОГО ДОМКРАТУ

**Анотація.** У дослідженні були використані різноманітні методи, такі як теорія вимірювального контролю, планування наукових експериментів, комп'ютерне моделювання, теорія вимірювань та технічного контролю. Крім цього, для розроблення програмної частини засобу вимірювального контролю використовувались методи алгоритмізації та програмування.

Дослідження підкатного гідравлічного домкрата є дуже важливим з практичної точки зору. Результати, отримані під час дослідження, можуть знайти широке використання для покращення якості та ефективності використання гідравлічних домкратів у різних галузях. Наприклад, вони можуть бути використані для покращення процесу підйому важких вантажів на будівництвах, у промисловості, в автомобілебудуванні та інших галузях. Отримані дані можуть бути використані для розробки нових конструкцій та покращення існуючих, що забезпечить більш безпечне та ефективне використання цих технічних засобів.

**Annotation.** Various methods were used in the research, such as the theory of measurement control, planning of scientific experiments, computer modeling, theory of measurements and technical control. In addition, algorithmization and programming methods were used to develop the software part of the measuring control tool.

*The study of the hydraulic jack is very important from a practical point of view. The results obtained during the research can be widely used to improve the quality and efficiency of hydraulic jacks in various industries. For example, they can be used to improve the process of lifting heavy loads in construction, industry, automotive and other industries. The obtained data can be used to develop new structures and improve existing ones, which will ensure safer and more efficient use of these technical means.*

**Вступ.** Різноманітні машини з різними конструкціями використовуються для автоматизації підйомно-транспортних та навантажувально-розвантажувальних робіт. Більшість з них виготовляються будівельними організаціями і включають у себе ліфти, монтажні вишки, самохідні візки, спеціальні підйомні станції, малі та підйомні крани, лебідки, транспортне, вантажно-розвантажувальне обладнання, а також інші візки, що переміщуються вручну в межах будівлі, що будується. Підйомно-розвантажувальні машини та

---

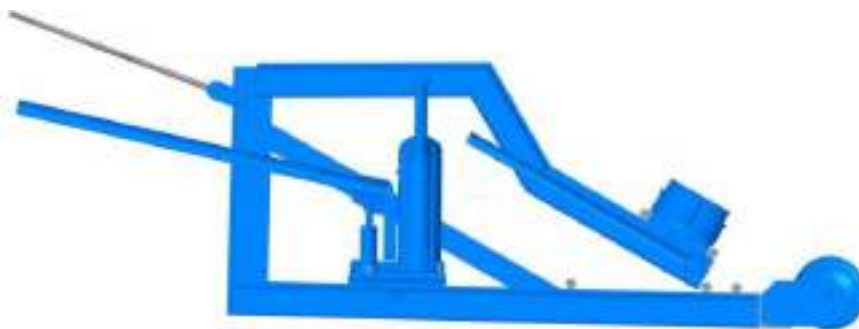
<sup>11</sup>Науковий керівник – асистент Кравець С.М. кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Бурлака.

устаткування використовуються для переміщення вантажів та людей по вертикальних, горизонтальних та похилих площинах. Ці машини є основними засобами для підйому, транспортування та вантажно-розвантажувальних робіт у різних сферах, таких як промисловість, будівництво, транспорт, гірничо-промисловість та сільське господарство. Вони застосовуються у багатоповерхових будинках, громадських та адміністративних будівлях, шахтах та інших місцях, де необхідно перевозити людей і вантажі.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідити послідовність, методи та принципи розробки. Розробка гідравлічного домкрату є складним та багатоетапним процесом, який потребує багато знань та досвіду. Процес включає в себе вивчення вимог клієнтів та ринку, проектування та тестування прототипу, випробування та сертифікацію, впровадження системи якості та безпеки, розробку маркетингової стратегії та підтримку продукту на ринку. Надання переваг розробленого підйомно-транспортного обладнання.



*Рисунок 1 - Загальний вигляд*



*Рисунок 2 - Гідравлічний домкрат в перерізі*

Розробка гідравлічного домкрату може складатися з наступних етапів:

1. Визначення потреб у домкраті. Перед тим, як розпочати розробку домкрату, потрібно визначити його основне призначення та параметри, які він повинен мати. Наприклад, це може бути підйом вантажів на певну висоту чи підйом важкого обладнання для зручного обслуговування.

2. Розробка концепції. Після визначення основних параметрів, потрібно розробити концепцію домкрату. Вона може включати в себе вибір головного елемента, наприклад, поршня, трубок, клапанів, а також принципи його роботи.

3. Розробка креслень. Після розробки концепції домкрата, потрібно розробити креслення, що відображає деталі та конструкцію. Детальні креслення допоможуть виготовити всі необхідні деталі та зібрати домкрат.

4. Виготовлення деталей. Після розробки креслень, потрібно виготовити всі деталі, необхідні для збирання домкрата. Для цього можна використовувати різноманітні матеріали та технології виготовлення, наприклад, лиття, фрезерування, токарні роботи тощо.

5. Збирання домкрата. Після виготовлення всіх деталей, потрібно їх зібрати. Для цього необхідно мати необхідні інструменти та знання, про те, як правильно збирати домкрат.

6. Випробування та налаштування. Після збирання домкрата, потрібно його випробувати та налаштувати для досягнення оптимальної продуктивності та безпеки в роботі.

7. Впровадження та моніторинг. Після успішної розробки та випробування домкрату, його можна впроваджувати в роботу. При цьому важливо забезпечити відповідну інструкцію з експлуатації та підтримку користувачів.

8. Постійний моніторинг та покращення. Для підтримки оптимальної продуктивності та безпеки в роботі домкрату, необхідно проводити постійний моніторинг та покращення. Зокрема, може бути необхідним проводити регулярне технічне обслуговування, оновлення програмного забезпечення, модернізацію або вдосконалення окремих елементів.

9. Документація та підтримка користувачів. Нарешті, для забезпечення ефективної роботи домкрату та задоволення потреб користувачів, необхідно підтримувати документацію і забезпечувати відповідну технічну підтримку користувачів. Це може включати в себе надання консультацій, оновлення інструкцій з експлуатації та забезпечення доступу до запасних деталей та комплектуючих

10. Впровадження системи якості. Якщо розробник домкрату прагне забезпечити високу якість своєї продукції та задовольнити потреби клієнтів, то може бути корисним впровадження системи управління якістю (наприклад, ISO 9001). Це дозволить контролювати всі етапи розробки, випробування та виробництва домкрату та забезпечити відповідність його характеристик стандартам та вимогам клієнтів.

11. Екологічні аспекти. При розробці гідравлічного домкрату необхідно враховувати екологічні аспекти та дотримуватись вимог щодо охорони навколишнього середовища. Наприклад, використання матеріалів, що можуть бути перероблені, відновлюваних джерел енергії, а також ефективне використання ресурсів може зменшити негативний вплив на довкілля та підвищити стійкість продукту.

12. Безпека та охорона праці. Розробка гідравлічного домкрату повинна дотримуватись вимог щодо безпеки та охорони праці. Наприклад, при проектуванні домкрату слід передбачити заходи для запобігання небезпекам, пов'язаним з відмовою окремих елементів або надмірним навантаженням. Крім

того, необхідно забезпечити користувачів інструкціями з безпечної експлуатації та проводити регулярні перевірки та обслуговування для запобігання аварій.

13. Маркетингова стратегія. Останнім етапом у розробці гідравлічного домкрату є розробка маркетингової стратегії та просування продукту на ринку. Це включає в себе визначення цільової аудиторії, позиціонування продукту, визначення конкурентної переваги, стратегії ціноутворення та просування на ринку. Реклама, участь у виставках та конференціях, співпраця з дистриб'юторами та партнерами можуть допомогти в успішному введенні продукту на ринок.

14. Підтримка та розвиток продукту. Після введення гідравлічного домкрату на ринок, важливо не забувати про підтримку та розвиток продукту. Необхідно забезпечити якісне обслуговування та ремонт, а також вдосконалення продукту на основі відгуків та потреб клієнтів. До цього можна також віднести дослідження нових технологій та матеріалів для вдосконалення якості та ефективності продукту.

В цілому, розробка гідравлічного домкрату є складним та багатоетапним процесом, який потребує багато знань та досвіду. Процес включає в себе вивчення вимог клієнтів та ринку, проектування та тестування прототипу, випробування та сертифікацію, впровадження системи якості та безпеки, розробку маркетингової стратегії та підтримку продукту на ринку.

Удосконалення конструкції та надання переваги розробленого підйомного-транспортного обладнання.

1. Маневреність: підкатний гідравлічний домкрат зазвичай має невеликі розміри та вагу, що дозволяє легко транспортувати його з одного місця на інше.

2. Висока міцність та надійність: підкатний гідравлічний домкрат зазвичай має сталевий корпус та здатний піднімати важкі вантажі, що дозволяє використовувати його в різних умовах.

3. Легкість в експлуатації: підкатний гідравлічний домкрат зазвичай має просту конструкцію та легкість користування навіть для тих, хто не має досвіду в роботі з домкратами.

4. Гнучкість: підкатний гідравлічний домкрат може використовуватися для підйому різних видів вантажів, включаючи автомобілі, легкові та вантажні, а також різноманітні інші об'єкти.

5. Висока ефективність: підкатний гідравлічний домкрат зазвичай працює досить швидко та ефективно, що дозволяє швидко виконувати завдання підйому вантажів.

6. Економія часу та зусиль: використання підкатного гідравлічного домкрата дозволяє зменшити зусилля та час, необхідний для підйому вантажу, що зменшує ризики травм та допомагає збільшити продуктивність роботи.

У цілому, підкатний гідравлічний домкрат є дуже корисним інструментом, який може бути використаний в багатьох різних ситуаціях. Він забезпечує швидкий та ефективний підйом вантажів, що дозволяє зекономити час та зусилля. Крім того, він є дуже маневреним та гнучким, що дозволяє йому виконувати завдання в різних умовах та на різних поверхнях.

Окрім переваг, підкатний гідравлічний домкрат також має свої недоліки. Наприклад, його максимальна вантажопідйомність може бути обмеженою, що не дозволяє використовувати його для підйому дуже великих вантажів. Крім того, підкатний гідравлічний домкрат може мати обмежену висоту підйому, що може бути проблемою в деяких випадках.

У будь-якому випадку, підкатний гідравлічний домкрат є дуже корисним інструментом, який може бути використаний для виконання різних завдань, пов'язаних з підйомом вантажів. При виборі підкатного гідравлічного домкрата, необхідно враховувати його параметри та характеристики, щоб забезпечити найкращу ефективність та безпеку під час роботи з ним.(рис.1)

Підкатний гідравлічний домкрат знайшов широке застосування в різних галузях промисловості, будівництві та автомобільній галузі. Ось деякі з його основних областей застосування:

1. Автомобільна галузь: підкатний гідравлічний домкрат широко використовується для підйому транспортних засобів, заміни коліс, ремонту підвіски та іншого обслуговування автомобілів.

2. Будівництво: цей тип домкрата використовують для підйому та переміщення важких вантажів на будівельних майданчиках, встановлення колон, балок, металоконструкцій, а також для ремонту та обслуговування будівельних машин та обладнання.

3. Промисловість: підкатний гідравлічний домкрат використовують в різних виробничих процесах, наприклад, для підйому важких механізмів та обладнання, переміщення вантажів між робочими станціями, виконання обслуговування та ремонту устаткування.

4. Сільське господарство: підкатний гідравлічний домкрат використовують для підйому та переміщення важких сільськогосподарських машин та обладнання, а також для виконання ремонтних робіт на полях.

Визначення основних технічних характеристик домкрата.

Мінімальна висота домкрата досягається, коли вантажний гвинт і підйомний плунжер перебувають у нижньому крайньому положенні.

$$H_{\text{min}} = H_{\text{min}} - t_{\text{op}} = 310 - 60 = 250 \text{ мм}, \quad (1)$$

де  $t_{\text{op}} = (50 \dots 100)$  мм – товщина бруса, який є опорою для основи домкрата.

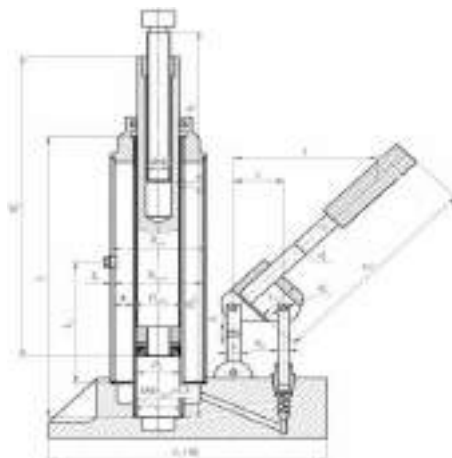


Рис. 3. Параметрична схема гідродомкрата

Висота підйому (хід) плунжера, мм

$$H_{nl} = H_{dmin} - (80 \dots 120) = 250 - 100 = 150 \text{ мм}, \quad (2)$$

де  $H_{dmin}$  – в мм.

Висота викручування вантажного гвинта:

$$h_l = (0,5 \dots 0,7) \cdot H_{nl} = 0,6 \cdot 150 = 90 \text{ мм}. \quad (3)$$

Максимальна висота підйому вантажу над підлогою:

$$H_{max} = H_{min} + H_{nl} + h_l = 310 + 150 + 90 = 550 \text{ мм}. \quad (4)$$

Конструктивно приймаємо такі величини:

1.  $l = (300 \dots 500) = 400$  мм - довжина рукояті домкрата;

2.  $c = (1/12 \dots 1/8) \cdot l = 1/8 \cdot 400 = 50$  – плече дії сили, яку прикладаємо до рукояття;

3.  $d_{нп} = (8 \dots 10) = 8$  мм - діаметр насосного плунжера;

4.  $h_{нп} = (2,5 \dots 4,0) \cdot d_{нп} = 2,5 \cdot 8 = 20$  мм - хід насосного плунжера.

Діаметр підйомного плунжера:

$$D_{п} = d \cdot \sqrt{\frac{G_{вж} \cdot c}{F_p \cdot l}} = 8 \cdot \sqrt{\frac{5000 \cdot 50}{150 \cdot 400 \cdot 0,8}} = 58 \text{ мм}, \quad (5)$$

де  $F_p = (150 \dots 200)$  Н – сила, яку прикладає робітник до рукояті;

$\eta = 0,8 \dots 0,95$  – коефіцієнт корисної дії домкрата.

Довжина плунжерам [10]:

$$L_n = H_{nl} + (30 \dots 70) = 150 + 50 = 200 \text{ мм}. \quad (6)$$

Тиск рідини в гідросистемі:

$$p = \frac{4 \cdot G_{вж}}{\pi \cdot D_{п}^2} = \frac{4 \cdot 50000}{3,14 \cdot 58^2} = 20 \text{ мПа} < 30 \text{ мПа}. \quad (7)$$

Висота підйому вантажу за один хід рукояті:

$$S = h \cdot \left(\frac{d_{нп}}{D_{п}}\right)^2 = 20 \cdot \left(\frac{8}{58}\right)^2 = 0,4 \text{ мм/хід}. \quad (8)$$

Швидкість підйому вантажу:

$$v = k \cdot S = 50 \cdot 0,4 = 20 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}, \quad (9)$$



де  $k = (40 \dots 50) \frac{\text{хід}}{\text{хв}}$  – частота хитання рукояті робітником.

Хід рукояті:

$$H = h \cdot \frac{l}{c} = 20 \cdot \frac{400}{50} = 160 \text{ мм.} \quad (10)$$

Під час піднімання вантажу, гвинт діє на стискання. Умова міцності небезпечного перерізу через внутрішній діаметр різі виражається наступним чином:

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{4G_{\text{вж}}}{\pi d_{11}^2} \leq [\sigma_{\text{ст}}] , \quad (11)$$

де  $[\sigma_{\text{ст}}]$  – допустиме напруження при стисканні, яке визначається з урахуванням межі текучості  $\sigma_{\text{T}}$  для гвинта, а коефіцієнт  $[s] = 3 \dots 5$ , в якості матеріалу для виготовлення гвинта приймаємо Сталь 45, для якої  $\sigma_{\text{T}} = 360 \text{ МПа}$ .

$$[\sigma_{\text{ст}}] = \frac{\sigma_{\text{T}}}{[s]} = \frac{360}{4} = 90 \text{ МПа.} \quad (12)$$

З формули (2.11) визначається внутрішній діаметр різі гвинта:

$$d_{11} = \sqrt{\frac{4G_{\text{вж}}}{\pi[\sigma_{\text{ст}}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 90}} = 28 \text{ мм.} \quad (13)$$

Оскільки вантажний гвинт має суттєву довжину ( $h_1 > 4d$ ), є доцільним провести розрахунок на стійкість.

Нормативний коефіцієнт безпеки за стійкістю:

$$[S]' = 1,25 \cdot [S] = 1,25 \cdot 4 = 5. \quad (14)$$

Критична сила за стійкістю:

$$F_{\text{кр}} = G_{\text{вж}} \cdot [S]' = 50 \cdot 5 = 250 \text{ кН} \quad (15)$$

За розрахункову довжину гвинта приймається висота його викручування  $h_1 = 90 \text{ мм}$ .

Внутрішній діаметр різі гвинта з розрахунку на стійкість визначається за формулою Ейлера:

$$d_{12} = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot \mu^2 \cdot h_1^2 \cdot F_{\text{кр}}}{\pi^3 \cdot E}} = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 2^2 \cdot 90^2 \cdot 250}{3.14^3 \cdot 2 \cdot 10^5}} = 17 \text{ мм} \quad (16)$$

де  $\mu = 2$  – коефіцієнт зведення довжини;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$  – модуль пружності матеріалу вантажного гвинта.

$d_1 = \max(d_{11}; d_{12}) = 31,5 \text{ мм}$ ;

- номінальний розмір  $d = 33 \text{ мм}$ ;

- середній діаметр  $d_2=30,727$  мм;
- внутрішній діаметр  $d_1=29,211$  мм;
- крок різі  $p=3,5$  мм.

Умова має виконувати наступні вимоги:

$$\gamma < \varphi', \quad (17)$$

де  $\gamma$  – кут підйому гвинтової лінії по середньому діаметру різі  $d_2$ ;  
 $\varphi'$  – зведений кут тертя.

Величини вказаних кутів визначаються за формулами:

$$\gamma = \arctg \frac{np}{\pi d_2} = \arctg \frac{1 \cdot 3,5}{3,14 \cdot 30,727} = 2,078^\circ, \quad (18)$$

де  $n = 1$  – кількість заходів різьби;  
 $p$  – крок різьби.

$$\varphi' = \arctg \frac{f}{\cos \delta} = \arctg \frac{0,1}{\cos 30^\circ} = 6,587^\circ, \quad (19)$$

де  $f = 1$  – коефіцієнт тертя в різьбовій парі;  
 $\delta = 30^\circ$  – кут нахилу опорної поверхні різі.

Умова самогальмування виконується  $2,078 < 6,587$ .

**Висновки.** У цій конкурсній ми розглянули основні характеристики підкатного гідравлічного домкрата, такі як його конструкцію, принцип дії та параметри, які необхідно враховувати при виборі. Ми також описали основні переваги та недоліки цього пристрою.

Отже, можна зробити висновок, що підкатний гідравлічний домкрат - це надійний і ефективний пристрій для підняття важких вантажів. Він має свої переваги та недоліки, але в цілому, якщо правильно виконати підбір з відповідними параметрами, він може бути надійним помічником в роботі.

Окрім цього, підкатні гідравлічні домкрати мають широке застосування в різних галузях, таких як автомобільна промисловість, будівництво, вантажні термінали та склади. Вони забезпечують швидке і безпечне піднімання важких вантажів, що сприяє підвищенню продуктивності та ефективності роботи.

Однак, важливо звернути увагу на безпеку під час використання підкатного гідравлічного домкрата. Необхідно дотримуватися вказівок щодо максимальної ваги вантажу та правильного розташування домкрата на підлозі. Неправильне використання може призвести до серйозних наслідків, таких як пошкодження обладнання або травмування людей.

### Список використаних джерел

1. Sevostianov I., Tokarchuk O., Pidlypna M. Automated technological projection of classification processes of dry dispersive materials. Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2021. №2 (113). С. 15-21
2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч.[2-е вид. перероб.].Луьвів: Афіша, 2003. 560 с.

3. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Практикум з дисципліни технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020.355 с.

**Олександр ГРИНЬ<sup>12</sup>,**  
студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК СТИСНЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ**

**Анотація.** Застосування палив в двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) замість нафтовмісних альтернативних джерел дозволяє отримати більш широку сировинну базу для отримання моторних палив, сприяє більш простому постачанню паливом двигунів стаціонарних установок і мобільної техніки. Надається можливість виробництва палив з необхідними фізико-хімічними властивостями і необхідними параметрами, що, в свою чергу, дозволяє покращувати екологічні та економічні показники двигунів. Тому вдосконалення систем подачі палива двигунів мобільної техніки є актуальним завданням для народного господарства країни.

**Annotation.** The use of fuels in internal combustion engines (ICEs) instead of oil-containing alternative sources makes it possible to obtain a wider raw material base for obtaining motor fuels, contributes to a simpler supply of fuel to engines of stationary installations and mobile equipment. It is possible to produce fuels with the necessary physico-chemical properties and the necessary parameters, which, in turn, allows improving the environmental and economic performance of engines. Therefore, the improvement of fuel supply systems for engines of mobile equipment is an urgent task for the national economy of the country.

**Вступ.** Сьогодні в світі випускаються близько 80 моделей транспортних засобів, які використовують в якості газомоторного палива (ГМП) стиснений природний газ [5].

Стандарти на газовикористовуюче обладнання, в тому числі і на сільськогосподарську техніку, що працює на СПГ, спочатку були віднесені до якості застосовуваного газу, що надходить по газотранспортній мережі (ГТМ). Тому крім вимог до теплотворної здатності природного газу, що поставляється споживачам по ГТМ, нормуються показники, що визначають здатність газотранспортного обладнання, що використовує (так як граничний вміст кислих газів, кисню може викликати корозію; наявність крапельної вологи - призвести до

---

<sup>12</sup>Науковий керівник: к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальнотоєхнічних дисциплін та охорони праці Олена СОЛОНА.

утворення газогідратних пробок) , а також показники, що визначають моторні властивості ГМВ (певну теплотворну здатність і досить стійку).

**Виклад основного матеріалу.** Представлені на європейському ринку сорти СПГ (висококалорійний газ з відповідним допуском на теплотворну здатність) при випробуваннях імітуються еталонними паливом (Таблиця 1) [4].

Таким чином, межі якості газового палива визначені діапазоном теплотворної здатності еталонних палив і нижнім значенням детонаційної стійкості еталонного палива 75 метанове число (МЧ) [1].

**Таблиця 1.1.**

**Характеристики еталонних палив**

Показник	Еталонне паливо		
	GR	G23	G25
Компонентний склад:			
Метан,% Мольн.	84-89	92,5	86
Етан,% Мольн.	13	-	-
Азот,% Мольн.	-	7,5	14
Інертні гази,% Мольн.	1	1	1
Вміст сірки (не більше), мг/м <sup>3</sup>	10	10	10
Нижча теплотворна здатність, МДж / кг	49,5	43,9	39,0
Число Воббе нижче, МДж/м <sup>3</sup>	50,2	43,4	39,2
Нижча теплота згоряння, МДж/м <sup>3</sup>	3,47	3,41	3,38
Детонаційна стійкість, МЧ	75,6	102	104,2

Одним з основних параметрів, що визначають ефективність використання газу в якості моторного палива на сільськогосподарській техніці, є його детонаційна стійкість, що характеризується метановим числом (за аналогією з октановим числом для бензину, ОЧ). МЧ показує, скільки відсотків метану міститься в суміші метану і водню, яка починає детонувати при тому ж ступені стиснення, що і газ [3]. Єдиної (загальновизнаної) методики, яка регламентує умови і режими визначення МЧ, в даний час не існує. Тому МЧ, встановлене за різними розрахунковими методиками, може відрізнятися від 5 до 8 од. [2]. При використанні газу з різних джерел його нижча теплотворна здатність (НТЗ) також може змінюватися в значних межах. При зміні НТЗ для Н-газу з 33,23 (еталонне паливо G23) до 39,55МДж/м<sup>3</sup>(GR), тобто при збільшенні на 16%, детонаційна

стійкість знизиться з 100 до 72 МЧ.

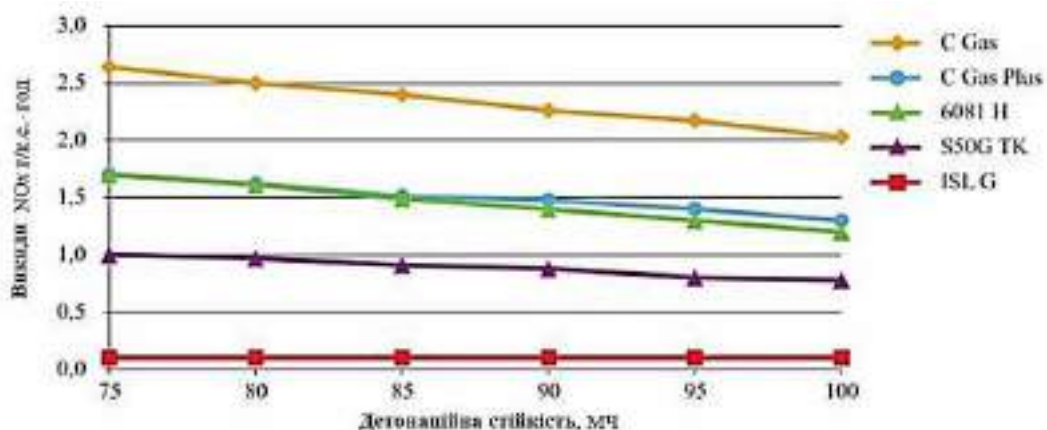
Зниження детонаційної стійкості газомоторного палива, по-перше, обмежує ступінь стиснення двигуна, на якій він може працювати без детонації (Таблиця 2), і його паливну економічність [8]. По-друге, призводить до зниження крутного моменту і потужності двигуна, при якій він може працювати без детонації, що значно позначається при експлуатації сільсько-господарських машин.

**Таблиця 1.2**

**Детонаційна стійкість і ступінь стиснення компонентів газу**

Найменування	Газ			
	Метан	Етан	Пропан	Бутан
Критичний ступінь стиснення	15	14	12	8
Детонаційна стійкість, МЧ	100	11	34	11

Вплив детонаційної стійкості СПГ на токсичність відпрацьованих газів газових двигунів, що застосовуються на сільськогосподарських машинах, було вивчено М. Фестом [8]. Дослідження проводилося на п'яти газових двигунах моделей CumminsISLG (2007), CumminsCGasPlus (2006), JohnDeere 6081H (2005), DetroitDieselSeriesS50GTK (1999), Cummins C Gas (1998) (Рис. 1.1, 1.2) [7].

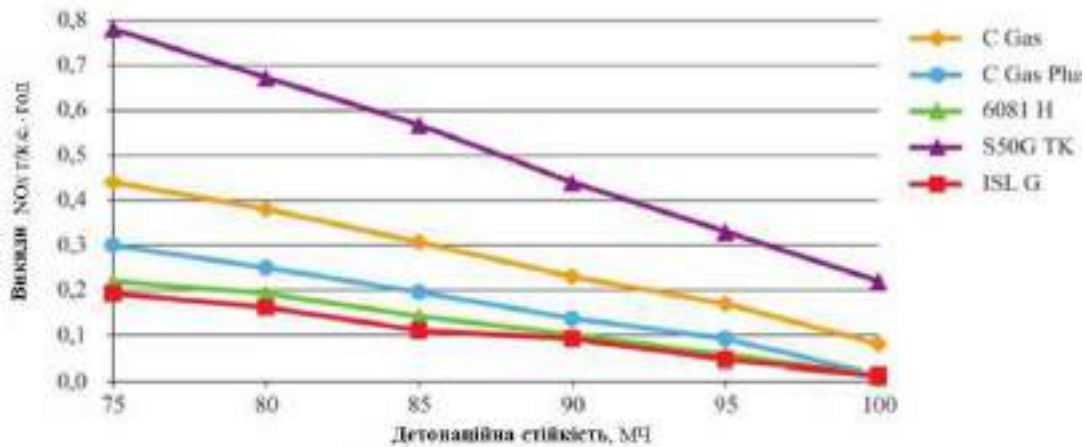


**Рис. 1.1. Питомі викиди оксидів азоту при роботі двигунів на газовому паливі з різною детонаційної стійкістю.**

Наведені дані показують, що практично на всіх типах двигунів викиди токсичних компонентів з відпрацьованими газами зі збільшенням МЧ знижуються.

Виробники газових двигунів, що встановлюються на сільськогосподарських машинах, спочатку орієнтуються на якість природного газу, по ГТМ в регіонах їх експлуатації.

Система управління двигуном виконана на базі мікропроцесорної техніки і має певні можливості адаптації. Зазвичай вона забезпечена датчиком детонації, що дозволяє за рахунок збільшення кута випередження запалювання, управління дросельною заслінкою працювати на ГМТ з більш низькою детонаційної стійкістю.



**Рис. 1.2. Питомі викиди неметанових вуглеводнів при роботі двигунів на газовому паливі з різною детонаційної стійкістю.**

Системи нейтралізації відпрацьованих газів забезпечені датчиком кисню (лямбда-зондом), що дозволяє підтримувати оптимальний режим роботи нейтралізатора при зміні якості СПГ.

Виробники газових двигунів CAT і Cummins, використовуваних на сільськогосподарських і дорожньо-будівельній техніці, обмежують вміст сірки в СПГ на рівні 10 ppm (10мг/кг), що відповідає вимогам Євро-5 до вмісту сірки в моторному паливі [2].

Метанол може викликати корозію балонів з природним газом і пошкодження компонентів паливної системи. За ISO15403 не допускається додавати метанол в природний газ на газонаповнювальних станціях. Природний газ не повинен містити гліколю або метанолу. Паливо не повинно містити твердих частинок.

Можливий зміст масла в природному газі не повинен надавати негативного впливу на надійність роботи сільськогосподарської машини. Рекомендується використовувати фільтри на лінії подачі палива. Важливо, щоб в балони стисненого газу не попадали частинки пилу. Слід зазначити, що з цієї метою стандарт США на СПГ SAEJ1616 рекомендує встановлювати фільтри з допустимими величинами часток механічних домішок:

- на з'єднувач для заправки - 40мкм;
- інжекторних систему і регулятор - 5мкм;
- інжектори - 1мкм.

Допустима величина частинок механічних домішок, що встановлюються стандартом ISO 15403-2 (в залежності від займаного місця в системі подачі газу), становить від 400 (на вході) до 1мкм (перед інжекторами).

Максимальний вміст етану в СПГ обмежується стандартом PCD3 (2370) C (8%) і специфікацією CARB (6%). Максимальний рівень вмісту пропану в СПГ встановлений стандартами PNS 2029: 2003 (12%), 10K/34/DDJM/1993 (8%), DIN51624 (6%) і Regulation of the Polish Ministry of Economy (5,8%). Максимальний рівень вмісту бутану в СПГ встановлений стандартами PNS 2029: 2003 (4%) і 10K/34/DDJM/1993 (4%) [3].

Кліматичні умови цих країн дозволяють мати високий рівень утримання пропану і бутану в СПГ без його випадання в рідкій фазі. Зміст бутану в СПГ

стандартами інших країн обмежена рівнем 1,8-4%.

Зміст пентану в стандартах DIN51624 і 10K/34/DDJM/1993 обмежено рівнями 1 і 4% відповідно. Гексан і вищі вуглеводні обмежені рівнем 0,2-0,5%. Допустимий вміст водню регламентується на рівні 0,1% [4-6].

**Висновки.** На підставі проведеного аналізу можна зробити однозначний висновок, що найкращі екологічні та техніко-економічні показники роботи двигуна, встановленого на сільськогосподарській техніці, досягаються при роботі на ГМТ з високою детонаційної стійкістю. Параметри газомоторного палива повинні бути в межах, встановлених нормативами на СПГ. Так, при високих величинах теплотворної здатності, може спостерігатися перегрів двигуна, при низьких - недобір потужності [1]. Тому якість, що поставляється СПГ для сучасних двигунів, використовуваних на мобільній техніці в АПК значною впливає на їх ресурс і показники роботи.

### Список використаних джерел

1. Колесник Л.Г. Обґрунтування ефективності використання газодизеля в роботі двигуна Д – 240 машинно – тракторного агрегата МТЗ-80/82 під час оранки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018 №4, С. 96–104.
2. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.
3. Галушак О.О., Бурлака С.А., Галушак Д.О., Малаков О.І. Обґрунтування впливу температури компонентів сумішевого палива на роботу двигуна. *Вісник машинобудування та транспорту*. № 1 (9), 2019. С. 33–38.
4. Барановський В.М., Спірін А.В., Зелінський В.Й., Натяжний В.С. Математична модель діагностування системи впорскування палива «Mono-jetronic». *Вісник машинобудування та транспорту*. 2018 №1(7). С. 10–17.
5. Грушецький С.М., Яропуд В.М., Токарчук О.А. Організація експлуатації та технічного обслуговування транспортних засобів і машин в Україні і за кордоном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №1(112). С. 126 –136.
6. Комаха В.П., Рябошапка В.Б. Дослідження взаємозв'язку ефективних показників двигуна та тягових характеристик трактора з використанням газодизельного палива на основі тягово-потужнісного балансу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. №3(95). С.193–198
7. Яцковський В.І., Яцковська Р.О. Зміна індикаторної діаграми газодизельного двигуна при моделюванні несправностей паливної апаратури. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. №1(84). С. 88–94.
8. Твердохліб І.В., Барановський В.М., Спірін А.В., Полевода Ю.А. Роль і місце технічного діагностування в системі технічної експлуатації автомобілів в сільському господарстві. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №1(100) Том 1. С. 24-28.

Дмитро БРОВЧЕНКО<sup>13</sup>,  
студент 2-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ІЗ ШПОНКОЮ У ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Анотація.** Сучасна сільськогосподарська техніка прокується з урахуванням збільшення потужності та габаритів, і для передачі значних крутних моментів від двигуна до виконавчих механізмів використовуються з'єднання циліндричних деталей. Найпоширенішим і доступним методом з'єднання двох циліндричних деталей, які здатні передавати великі моменти, є шпонкове з'єднання. Важливим у виготовленні шпонкового з'єднання є контроль точності виготовлення деталей спряження. Також важливим є врахування питання взаємозамінності при використанні низького якісного або зношеного контрольного обладнання, яке може мати велику зону розсіювання розмірів, що перевищує допустимі норми.

Ключові слова: з'єднання, спряження, зношення, крутний момент, шпонка, вал, отвір, квалітет точності.

**Annotation.** Modern agricultural machinery is designed with an emphasis on increasing power and dimensions, and for transmitting substantial torque from the engine to the executive mechanisms, cylindrical component connections are employed. The most prevalent and accessible method for connecting two cylindrical components capable of transmitting significant torque is the keyway connection. It is crucial in the manufacture of keyway connections to control the precision of mating parts. Additionally, considering interchangeability is important when using low-quality or worn-out inspection equipment, which may have a wide range of size variations exceeding permissible standards.

**Keywords:** connection, coupling, wear, torque, key, shaft, hole, accuracy quality.

**Вступ.** Сучасні сільськогосподарські машини є складними технічними виробами, що можуть складатися з тисяч різних деталей. Висока надійність та продуктивність цих машин залежать від точності та взаємозамінності їх компонентів. Тому розробка методик розрахунку та вибору посадок для з'єднання деталей стає важливим завданням для підвищення надійності, ресурсу, ремонтпридатності та зменшення часу та браку під час складальних та ремонтних робіт у сфері сільського господарства [1, 2].

Виходячи з якості, рівня технічності, умов експлуатації та кваліфікації персоналу, для забезпечення довготривалої і безперебійної роботи обладнання, необхідно виділяти від 80% до 120% від його початкової вартості для

---

<sup>13</sup>Науковий керівник – асистент Телятник І.А., кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

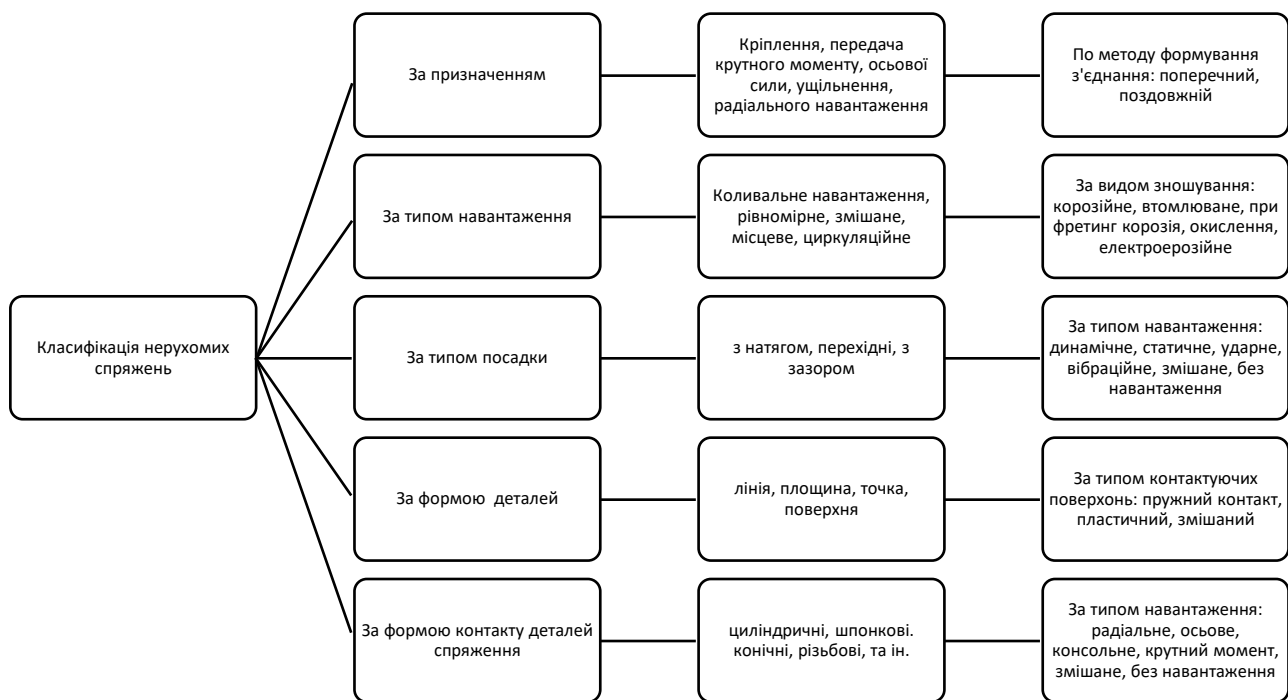


імпортного обладнання та від 200% до 300% для вітчизняного. За оцінками, річні витрати на обслуговування та ремонт обладнання становлять приблизно 10-15% від його балансової вартості. Україна, де середній річний наробіток на трактор може досягати 5 або навіть 8 тисяч мотогодин, що є максимальним терміном служби трактора до відмови, особливо важливо забезпечувати надійне та оперативне обслуговування та ремонт обладнання.

Актуальність цієї теми дослідження полягає в необхідності підвищення тривалості служби циліндричних деталей, що з'єднуються зі шпонкою, шляхом розвитку більш ефективних методик розрахунку посадок. Це допоможе зменшити кількість браку та полегшить процес ремонту відповідних вузлів і компонентів. В сучасному машинобудуванні ця проблема має важливе значення і потребує уваги дослідників.

**Виклад основного матеріалу.** Процес проектування сільськогосподарських машин та механізмів ґрунтується на основних принципах теорії взаємозамінності та властивостей матеріалів.

Для уточнення методів і засобів дослідження точності було розглінуто класифікації нерухомих циліндричних з'єднань (рис.1) [1-4].



**Рис. 1– Класифікації нероз'ємних спряжень деталей машин.**

Для компонентів сільськогосподарських машин середніх розмірів величину потрібного натягу для створення нероз'ємного з'єднання розраховують за допомогою Ламе-Гадолінової формули [2]:

$$N_p = p \cdot d_n \left( \frac{C_d}{E_d} + \frac{C_D}{E_D} \right) \quad (1)$$

де  $p$  – тиск в спряженні, Па;  $C_d$  і  $C_D$  - коефіцієнти Ламе для отвору та валу;  $E_d$  і  $E_D$  – модуль пружності для матеріалів спряження, Па.

Основним параметром, який необхідно встановити для з'єднання деталей з натягом, є мінімальний тиск. Цей тиск розраховується з умови відсутності зсуву між поверхнями при впливі крутного моменту  $M_{кр}$  і осьової сили  $P_{ос}$  і визначається за наступною формулою:

$$P_{min} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot d_n^2 \cdot l \cdot f}\right)^2 + \left(\frac{P_{ос}}{\pi \cdot d_n \cdot l \cdot f}\right)^2} \quad (2)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя деталей спряження;  $l$  – довжина зони контакту, м;  $d_n$  – оптимальний діаметр, м.

У сільськогосподарських машинах і механізмах зустрічаються різні види посадок деталей, які можуть бути перехідними або з зазором [2,3].

Основні вимоги до цих посадок включають точність центрування деталей, а також мінімізацію трудомісткості при складанні. Показники, за якими оцінюються такі посадки, включають в себе натяг або зазор, точність посадки, кількість зон з'єднання з зазором або натягом, і запас точності посадки.

Коефіцієнт якості посадки визначається за допомогою певного виразу [6].

$$\eta_s = \frac{S_m}{0,5 \cdot T_k} \quad (3)$$

де  $S_m$  – середній зазор.

Для забезпечення повної фіксації таких типів спряжень, які мають перехідні посадки, потрібно використовувати додаткові компоненти, такі як шпонки, штифти і інші. Розмір допустимого ексцентриситету (означаючий точність центрування) повинен суворо відповідати встановленому допуску [3,4], щоб гарантувати правильне спряження та надійне з'єднання.

$$S_m < 2 \cdot e \quad (4)$$

Розбіжності в цій умові полягають у тому, що хоча точність спряження та запас міцності досягаються за допомогою посадок з незначним натягом чи перехідними, втім, реалізація таких посадок вимагає високої точності виготовлення деталей спряження. Це призводить до збільшення складності та трудомісткості процесу не лише виготовлення, але й збирання вузлів.

Нерухомі з'єднання з натягом, з зазором та перехідні мають широке застосування в сільськогосподарських машинах та механізмах і використовуються для кріплення шківів, зірочок, втулок та інших деталей. Зокрема, ланцюгові передачі, де використовується з'єднання типу "вал-втулка зірочки", а також в редукторах, де використовується з'єднання типу "вал-втулка

шестерні", часто кріпляться за допомогою шпонок (табл. 1). Шпонки забезпечують нерухомість деталей, які передають крутний момент [4].

**Таблиця 1.**

**Посадки в з'єднаннях зі шпонкою, що застосовуються в сільському господарстві.**

Назва машини чи вузла	Місце встановлення деталей спряження	Допуски посадки, мм	Граничні зазори, мкм
З'єднання «Вал-втулка зірочка»			
Сівалка СЗ-3,6	Редуктор Натяжний механізм	$\begin{matrix} +1,000 \\ \text{Ø}35^{+0,032} \end{matrix}$	+32...+1170
		$\begin{matrix} -0,170 \\ \text{Ø}20^{+0,20} \end{matrix}$	+60...+340
Картоплезбиральний комбайн ККУ-2А	Вал ланцюгового редуктора	$\begin{matrix} +0,05 \\ \text{Ø}42_{-0,05} \end{matrix}$	0...+100
	Ексцентриковий вал	$\begin{matrix} +0,17 \\ \text{Ø}40_{-0,05} \end{matrix}$	0...+220
	Елеватори	$\begin{matrix} +1,0 \\ \text{Ø}30_{-0,845} \end{matrix}$	0...+1840
	Коробка варіатора		
Редуктор універсальний Н 090.20.000	Вали редуктора	$\begin{matrix} +0,17 \\ \text{Ø}30_{-0,05} \end{matrix}$	0...+220
З'єднання «Вал-втулка шестерня»			
Картоплезбиральний комбайн ККУ-2А	Коробка варіатора	$\begin{matrix} +0,06 \\ \text{Ø}45_{-0,06} \end{matrix}$	0...+120
	Редуктор	$\begin{matrix} +0,06 \\ \text{Ø}45_{-0,02} \end{matrix}$	-20...+100
Редуктор універсальний Н090.20.000	Вал редуктора	$\text{Ø}40_{\text{Н}}^{\text{А}}$	-18...+23

З'єднання зі шпонкою в сільськогосподарських машинах і механізмах використовують двох типів: ненавантажені і напружені.

Ненавантажені з'єднання створюються за допомогою призматичних і сегментних шпонок, які не деформують маточину та вал під час збирання.

Напружені з'єднання використовують клинові шпонки і вимагають деформації деталей спряження для створення міцного з'єднання.

Використання шпонок виправдовується їхньою простотою конструкції, легкістю монтажу, високою надійністю та невисокою вартістю виробництва з'єднань [4,5].

Проте, є деякі недоліки у застосуванні шпонкових з'єднань, такі як обмежена спроможність передавати значні крутні моменти, концентрація напружень у зоні контакту деталей, складність конструювання з'єднань з можливістю руху деталей одна відносно одної, низька точність центрування осей і можливість радіального биття.

Стандартні матеріали для виготовлення валів сільськогосподарських машин – це сталь 45, а зірочки та шківні часті виготовляють з литого чавуну, з маркою чавуну ВЧ45 – ВЧ60, а для заощадження можуть використовуватися сталі 45. Шестерні в редукторах часто виготовляють з високоякісних конструкційних сталей, таких як 40Х і 35ХГСА [4,5].

Недотримання існуючих норм точності може призвести до скорочення терміну служби і ранньої відмови окремої деталі або вузла, де ця деталь

застосовується. Навіть рекомендовані посадки 6 класу в сільськогосподарському машинобудуванні і тим більше в ремонтному виробництві можуть бути важко досягнуті без сучасного вимірювального обладнання, яке може бути дорогим і не завжди доступним на вітчизняних ремонтних підприємствах. Тому існує потреба в пошуку інших способів досягнення заданої точності для деталей спряження.

Також, неправильне складання спряжень може виникнути у випадках, коли деталі майбутнього з'єднання не відповідають вимогам необхідної посадки, або коли взагалі відсутня деталь для створення пари спряження [4].

Брак на виробництві також може бути спричинений емоційним станом робітника, ступенем зносу обладнання, точністю контрольно-вимірювальних пристроїв і рівнем їхнього зносу. Внаслідок цього, діапазон допусків і посадок для виготовлених деталей значно зростає. Це призводить до збільшення обсягу відбракованих деталей, і парні валі та отвори можуть починати відрізнятися один від одного. Однак можливо уникнути впливу цих негативних факторів на обробку валів і втулок, і тим самим забезпечити їх правильне з'єднання (рис. 2) [5].

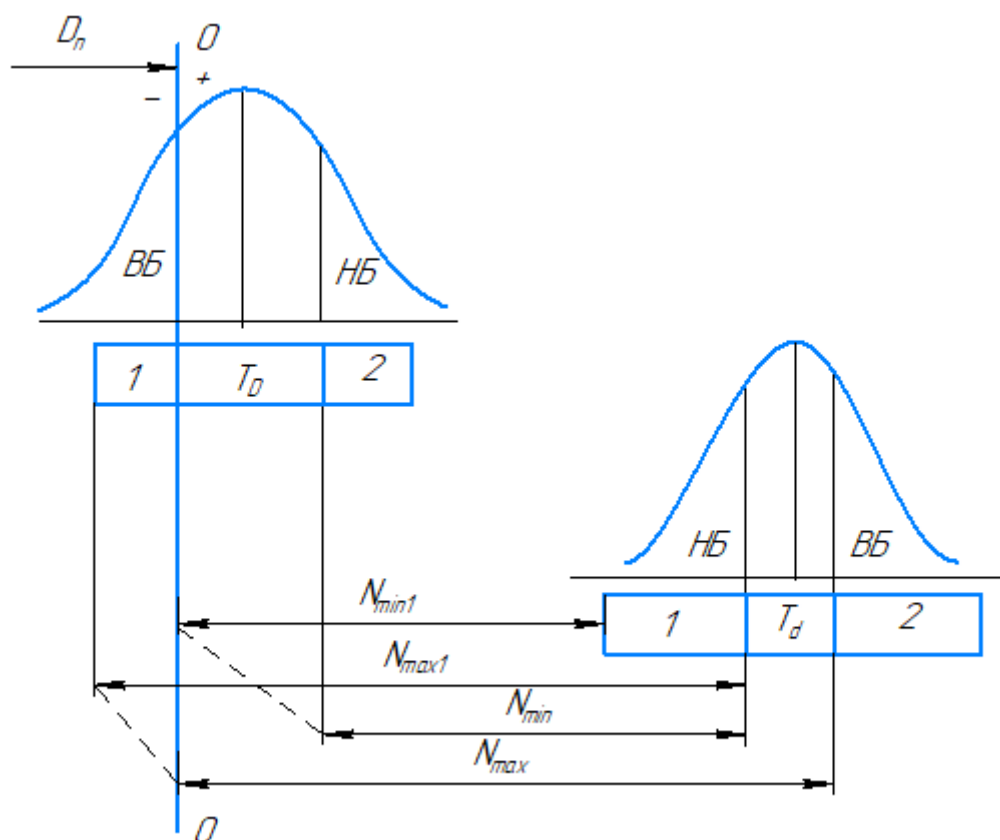


Рис. 2 – Зміна % виправного та невивправного брака при регулюванні обладнання.

Умовні позначення:

$N_{max} - N_{max}$  - найбільший натяг в з'єднанні;

$N_{min} - N_{min}$  - найменший натяг в з'єднанні;

$T_D$  - допуск отвору;  $T_d$  - допуск вала; HB - невивправний брак; BB - виправний брак.

З наведеного випливає, що адаптація зон групування розмірів проводиться індивідуально для кожного конкретного випадку виправлення недоліків виробництва і залежить від розподілу розмірів на полігоні [5].

З рисунку 2 можна зрозуміти, що відхилення в зонах спряження деталей, низька ймовірність відповідності закону нормального розподілу та форма розподільного полігону не дозволяють досягти повного відповідності розмірів в групах відповідно до допусків. Навіть високий ступінь відповідності деталей спряження в групах буде повільно погіршуватися через нерівномірне збільшення відхилень розмірів отвору та вала під час обробки і через знос виробничого та вимірювального обладнання.

**Висновки.** Циліндричні з'єднання зі шпонкою є важливими компонентами у вузлах, які вимагають гарантованого резерву надійності. У таких з'єднаннях, які широко використовуються у сільському господарстві, переважають зазори, що може негативно впливати на їх тривалість служби.

З'єднання циліндричних деталей зі шпонкою, як правило, мають значні зазори, що негативно впливає на їх тривалість служби та стан з'єднаних деталей. При цьому стику з'єднань постійно потрапляють частки пилю, вода та інші речовини, що значно прискорює зношування. Особливо швидко зношуються відкриті ланцюгові передачі, що з часом призводить до биття, ударів і вібрації.

Отже, невиконання наявних норм точності призводить до скорочення терміну служби та ранньої відмови окремих деталей або вузлів, в яких використовуються ці деталі.

#### Список використаних джерел

1. Забезпечення працездатності техніки: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/zabezpechennya-pracezdatnosti-tehniki> (дата звернення 03.10.23).

2. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.

3. Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О., Лопата Л.А., Красота М.В. Дослідження працездатності спряження при відновленні валу електроконтактними припіканням фасонним електродом з одночасним пластичним деформуванням поверхні. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2007. № 4 (49). С. 56-60.

4. Паладійчук Ю.Б., Телятник І.А. Підвищення ефективності технологій та технічних засобів контролю якості відновлення двигунів малогабаритної техніки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 1 (112). С. 137-151.

5. Паладійчук Ю.Б., Гуцаленко О.В., Чорна Т.В. Методи та засоби при експлуатаційній обкатці машин та механізмів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип.10. Т. 2 (59). С. 110-113.

Дмитро ЧЕРВІНСЬКИЙ<sup>14</sup>,  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИБИРАННЯ СОЛОМ'ЯНОЇ МАСИ З ПОЛЯ

**Анотація.** Стаття присвячена оптимізації процесу прибирання тюків соломи з поля та вдосконаленню транспортного пристрою для цієї мети. Основна увага приділяється розробці та впровадженню спеціального транспортуючого пристрою, який дозволяє ефективно збирати тюки соломи з поля та одночасно вносити рідкий консервант для збереження якості та використовувати його у подальшому в господарській діяльності. У статті описуються технічні характеристики пристрою та його переваги у порівнянні з традиційними методами збору тюків соломи.

**Ключові слова.** солома, тюки, корми, процес оптимізації.

**Annotation.** The article is devoted to the optimization of the process of cleaning straw bales from the field and the improvement of the transport device for this purpose. The main focus is on the development and implementation of a special transport device that allows you to efficiently collect straw bales from the field and at the same time apply a liquid preservative to preserve quality and use it further in economic activities. The article describes the technical characteristics of the device and its advantages compared to traditional methods of collecting straw bales.

**Key words.** straw, bales, fodder, optimization process.

**Вступ.** Солома є важливим ресурсом для виробництва кормів для тварин та інших сільськогосподарських потреб. Проте, ефективне збирання та транспортування соломи з поля може бути складною задачею через її об'єм та масштабність. Однією з можливих стратегій поліпшення цього процесу є використання спеціалізованого транспортуючого пристрою з одночасним внесенням рідкого консерванту. Проектний пристрій для обробки соломи рідким консервантом розроблений з метою забезпечення тривалого зберігання соломи в умовах сільськогосподарських підприємств і збагачення маси мінералами для її споживання.

**Виклад основного матеріалу.** Додавання рідкого консерванту до соломи може мати кілька плюсів:

Збереження якості та тривалості: Рідкий консервант може допомогти зберегти якість соломи та відкласти її псування, зберігаючи харчовий продукт у придатному для споживання стані на довший термін.

Захист від мікроорганізмів: Консерванти можуть запобігати розмноженню бактерій, плісняви та інших мікроорганізмів, що можуть забруднити солону та зменшити її якість.

---

<sup>14</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Швець Л.В., кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Покращення властивостей для корму: Деякі консерванти можуть поліпшувати поживну цінність соломи та полегшувати її засвоєння тваринами.

Економія витрат: Додавання консервантів може допомогти зменшити втрати продукту та збільшити ефективність його використання, що в свою чергу може сприяти економічній ефективності. [1].

Комфорт в управлінні запасами: Завдяки консервантам можна краще управляти запасами соломи, забезпечуючи її якість та використання у відповідному режимі.

Зменшення втрат при зберіганні: Використання рідкого консерванту може сприяти зниженню втрат кормових властивостей соломи під час зберігання. Це особливо важливо в умовах вологої або високотемпературної погоди.

Запобігання утворенню плісняви та гнилі: Консерванти можуть запобігати утворенню плісняви та гнилі в соломі, зберігаючи її якість та збалансованість харчових речовин.

Полегшення переробки та використання: Оброблення соломи консервантом може полегшити її переробку та розподіл, що сприяє зручності в її використанні як корму для тварин.

Підвищення якості корму: Деякі консерванти можуть поліпшити якість корму, підвищуючи його смакові якості та зберігаючи важливі харчові компоненти.

Мінімізація впливу шкідливих мікроорганізмів: Рідкі консерванти можуть допомогти у мінімізації впливу шкідливих мікроорганізмів на корм та тварин, які його споживають.

Збільшення вмісту енергії та поживності: Додавання консерванту може сприяти збереженню важливих харчових компонентів, таких як целюлоза, геміцелюлоза та лігнін, що поліпшує вміст енергії та поживності соломи.

Контроль над запахом та смаком: Рідкі консерванти можуть допомогти у контролі неприємного запаху та неприємного смаку соломи, що полегшує прийняття корму тваринами. [2-3].

Збереження фарби та привабливого вигляду: Додавання консерванту може сприяти збереженню природної фарби та привабливого вигляду соломи, що важливо для привабливості корму для тварин.

Покращення руйнування в шлунку тварин: Консерванти можуть допомогти полегшити руйнування соломи у шлунку тварин, забезпечуючи ефективну та ефективну травленість.

Сприяння раціональному використанню ресурсів: За допомогою консервантів можна ефективно використовувати солону як джерело корму, сприяючи оптимальному використанню ресурсів господарства.

Адаптація до різних умов зберігання:

Використання консервантів може допомогти адаптувати солону до різних умов зберігання, включаючи вологість та температуру. Важливо враховувати, що вибір консерванту, його дозування та вплив на кормову якість мають бути обґрунтованими та відповідати потребам та умовам конкретного господарства. Рекомендується консультиватися з фахівцем з годівлі тварин перед внесенням

будь-яких змін у процес кормлення. Проте важливо пам'ятати, що використання консервантів має бути обґрунтованим та відповідати стандартам безпеки та екологічних вимог. Необхідно дотримуватися рекомендацій щодо дозування та впливу на тварин та навколишнє середовище.

Для досягнення поставленої мети була розроблена та випробувана спеціалізована конструкція транспортуючого пристрою для прибирання тюків соломи з поля з одночасним внесенням рідкого консерванту. Протягом дослідження були використані наступні методи: [4-5].

1. Аналіз проблем існуючих технологій: Проведено аналіз технологій збирання соломи та ідентифікація проблем, що виникають під час цього процесу.

2. Розробка концепції транспортуючого пристрою: Була розроблена концепція спеціалізованого транспортуючого пристрою, що дозволяє одночасно прибирати тюки соломи та вносити рідкий консервант.

3. Моделювання та конструювання пристрою: Використовуючи сучасні технології моделювання та конструювання, був створений детальний дизайн транспортуючого пристрою.

Розроблений транспортуючий пристрій має спеціальну конструкцію, яка дозволяє збирати тюки соломи та одночасно вносити рідкий консервант. Принцип роботи пристрою базується на механізмах подрібнення соломи та впровадження консерванту через систему розпилення.

Важливо розглянути додаткові можливості та перспективи подальшого вдосконалення та розширення цієї технології: [6].

Автоматизація та IoT інтеграція: Використання систем штучного інтелекту та Інтернету речей (IoT) для автоматизації та моніторингу роботи транспортуючого пристрою може значно полегшити керування та оптимізацію його функцій. Це дозволить забезпечити реакцію на зміни умов навколишнього середовища та підтримувати оптимальні параметри роботи.

Розширення функціоналу консервування: Додаткові дослідження можуть спрямуватися на оптимізацію формули консерванту для забезпечення не лише збереження якості соломи, але й покращення її харчової цінності та біологічної доступності для тварин.

Екологічні аспекти: Важливо врахувати екологічні аспекти використання рідкого консерванту та оптимізувати його формулу таким чином, щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Співпраця з галузевими експертами: Колаборація з вченими та фахівцями з галузі тваринництва дозволить адаптувати технологію до конкретних потреб та реалій годівлі тварин у сільському господарстві. Використання усталених та новітніх технологій. [7].

Технології, що застосовуються у транспортуючому пристрої з одночасним внесенням рідкого консерванту, поєднують у собі елементи механіки, гідравліки, автоматики та електроніки. Це дозволяє створювати ефективні та надійні пристрої, які максимально оптимізують процеси збирання соломи та її збереження. Застосування сучасних матеріалів та компонентів, а також використання комп'ютерного моделювання для оптимізації дизайну



пристрою, є ключовими аспектами підвищення ефективності та надійності даної технології. Розробка та впровадження транспортуючого пристрою з одночасним внесенням рідкого консерванту є важливим кроком у покращенні технологій збирання та використання соломи у сільському господарстві. Ця технологія сприяє ефективному використанню ресурсів, збереженню якості кормового матеріалу та покращенню умов годівлі тварин. Запропоновані можливості розширення та вдосконалення технології дозволяють врахувати важливі аспекти ефективності, екологічної стійкості та сприятливого впливу на галузь тваринництва. Інновації та співпраця між науковцями, інженерами та сільськогосподарськими фахівцями є ключовими для подальшого вдосконалення та успішного впровадження цієї технології в сільському господарстві.

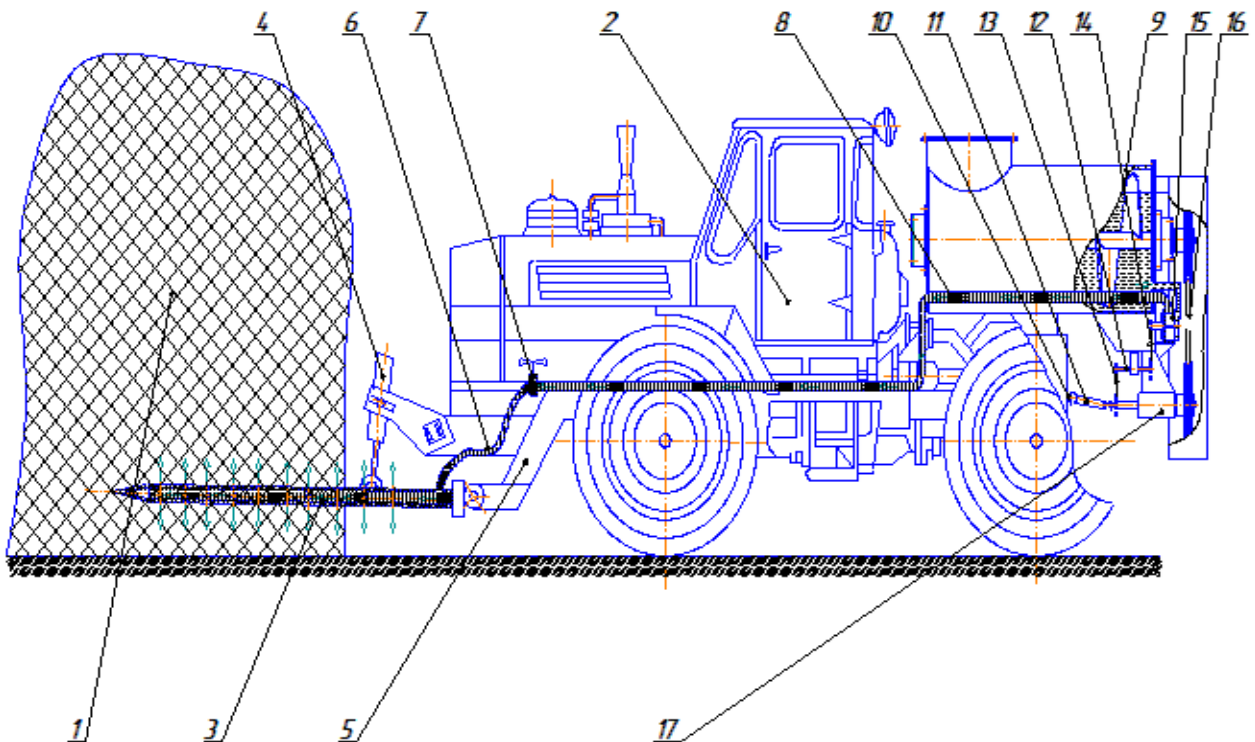
Основні компоненти транспортуючого пристрою показано на (рис.1) [1].

**Захоплюючий механізм:** Відповідає за захоплення тюків соломи та їх піднімання для подальшого транспортування. [8].

**Система розпилення консерванту:** Розпилювачі, розташовані на пристрої, наносять рідкий консервант на солому під час її транспортування.

**Транспортна стрічка:** Транспортує солому та підтримує тюки під час руху.

**Система керування:** Забезпечує автоматизацію та керування всіма функціями пристрою.



**Рис. 1 Основні компоненти машини для прибирання солом'яної маси [1]: 1 – Скірта соломи; 2 – Трактор Т – 150К; 3 – Гребінка; 4 – Гідроциліндр; 5 – Рама пристрою; 6 – Гнучкий трубопровід; 7 – Кран перекриття подачі розчину; 8 – Трубопровід подачі розчину; 9 – Перемішувальна ємкість; 10 – ВВП трактора; 11 – Карданна передача; 12 – Проміжний вал; 13 – Клинопасова передача приводу проміжного вала; 14 – Клинопасова передача приводу насоса; 15 – Насос лопатевий; 16 – Ланцюгова передача приводу лопатевого валу; 17 – Приводний вал.**

Експериментальні результати.

Пресоване сіно чи солома підбирається з валків, потім у камері попереднього ущільнення ця маса досягає певної щільності, і далі проходить у камеру формування тюка. Завдяки системам попереднього ущільнення маси, а також автоматичного контролю щільності вдається забезпечити точну кількість та щільність шарів матеріалу в тюку.

Якщо стоїть завдання пресувати тюки великої маси, тоді рекомендується використовувати машини, які укомплектовані спеціальними системами для попереднього подрібнення Packer Cutter і роторної Rotor Cutter. Тоді подрібнений матеріал проходить більш щільне пресування, яке передбачає витіснення з тюка повітря. А це, в свою чергу, збільшить термін зберігання корму.

Експериментальні випробування показали, що розроблений транспортуючий пристрій ефективно збирає тюки соломи та вносить рідкий консервант, сприяючи збереженню якості соломи та полегшуючи її подальше використання у виробництві кормів для тварин. Консервант, нанесений під час транспортування, сприяє запобіганню гниленню та зберіганню харчової цінності соломи.

Розроблений транспортуючий пристрій з одночасним внесенням рідкого консерванту є ефективним інструментом для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Ця технологія сприяє оптимізації процесу збирання соломи та забезпечує збереження її якості, що є ключовим для поліпшення годівлі тварин та узагальнення використання соломи у сільському господарстві. Майбутні дослідження та інновації в даній області можуть сприяти подальшій оптимізації технологій, що впливають на сільськогосподарське виробництво, та сприяти зростанню його продуктивності та сталості в майбутньому.

Робочий елемент пристрою є навісною гребінкою, складною з трьох голок. Ця гребінка виготовляється з труби діаметром від 60 до 70 мм і має довжину від 3000 до 3500 мм. Крім того, вона оснащена конусоподібними наконечниками. Гребінка призначена для розподілення консерванта через кожних 45 до 500 см довжини скирти та однорідного розподілу його по всьому об'єму соломи. Голки з'єднані з поперечною балкою на відстані 1200 мм одна від одної. На них вибиті отвори діаметром 1,5 мм кожні 80 мм. Щоб надати необхідну жорсткість конструкції вздовж труби та між голками, до них прикріплені металеві пластини. Крім того, з обох сторін косинок є металеві пластини товщиною 10 мм. Штуцера, які з'єднуються гнучкими рукавами з насосом, прикріплені на відстані 250 до 300 мм від краю балки до голок. Для зупинення потоку розчину рекомендується встановлювати кран для перекриття подачі, позначений як 7.

Гребінку закріплюють на передній частині трактора за допомогою навіски. Її можна переключати в режим транспортування та змінювати кут нахилу, використовуючи гідроциліндр 4. Агрегат під'їжджає до купи соломи, горизонтально розташовує гребінку та вводить її в солому. Після цього відкривають кран для початку подачі та запускають ВВП трактора, увімкнувши

кран на 3-6 секунд. Трактор рухається у зворотньому напрямку та переміщується на відстані 1,5-2 метри. Витрата консерванту складає 30 кг на 1 тону соломи. Для ефективного змішування консерванту в проекті передбачено встановлення перемішувальнового вала в ємності. Для швидкої та ефективної подачі консерванту пропонується використовувати лопатевий насос спеціальної конструкції. Для забезпечення необхідного тиску насоса його привід здійснюється від ВВП трактора через ряд редукторів, щоб забезпечити високу частоту обертання лопатей.

**Висновки.** Прес-підбирач – це різновид сільськогосподарської техніки, яка використовується для сінозаготівельних робіт. Прес-підбирач підбирає раніше заготовлені валки сіна та формує їх, залежно від типу робочого органу, у вальці кубічної або циліндричної форми, а також виконує обв'язку готових тюків мотузкою. Розроблений транспортуючий пристрій з одночасним внесенням рідкого консерванту є ефективним рішенням для прибирання тюків соломи з поля та забезпечення її консервації для подальшого використання в годівлі тварин. Ця технологія сприяє оптимізації процесу збирання соломи та забезпечує збереження її якості, що є важливим фактором для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Додаткові дослідження та вдосконалення в області конструкції та функціональності транспортуючого пристрою можуть допомогти ще більш оптимізувати процес збирання соломи та покращити якість консервування. Безперечно, подальші дослідження у цьому напрямку сприятимуть вдосконаленню сільськогосподарських технологій та покращенню результативності галузі.

### **Список використаних джерел**

1. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 647с.
2. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. та ін. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч.ІІІ: Підручник. К.: Хай Тек-Прес, 2013. 528 с.
3. Будяк Р.В., Посвятенко Е.К., Швець Л.В., Жученко Г.А. Конструкційні матеріали і технології: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 240 с.
4. Омелянов О. М., Спирін А. В., Твердохліб І. В.. Безпека праці та життєдіяльності: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 334 с.
5. Павленко В. С., Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Полевода Ю. А. З'єднання в машинобудуванні. Вінниця: ПП «ТД»Едельвейс і К», 2015. 110с.
6. Анісімов В.Ф., Єленич А.П. Конструктивні особливості сучасних тракторів іноземного сільськогосподарського виробництва. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 3 (118). С. 5-14.
7. Веселовська Н.Р., Іванов М.І., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: Навчальний посібник. Вінниця: 2019. 222 с.
8. Цуркан О.В., Прокопенко Н.А., Полевода Ю.А., Основи теплотехніки і гідравліки. Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Друк», 2021. 132 с.

Вадим ХОМЕНКО<sup>15</sup>,  
студент 2 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАКТОРНОГО ТРЕЛЮВАННЯ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ

**Анотація.** В статті розглядається питання підвищення ефективності тракторного трелювання деревинної сировини на зрошувальних каналах, а також на ділянках для проведення рубок по догляду за полезахисними лісосмугами. Досліджено процес трелювання дерева у півпідвішеному положенні маніпулятором, отримані залежності сили тертя від діаметра стовбура дерева необхідні для утримання його в кліщовому захваті. Використання кліщового захвату на даній технологічній операції дозволить підвищити продуктивність та зменшити трудовитрати по комплексу лісозаготівельного виробництва.

**Ключові слова.** лісосмуга, трелювання, трактор, кліщовий захват, дерево, робочий орган, навантаження, дослідження.

**Annotation.** The article considers the issue of increasing the efficiency of tractor trawling of wood raw materials on irrigation canals, as well as on areas for felling for the maintenance of field protection forest strips. The process of trilling a tree in a semi-suspended position with a manipulator was studied, the obtained dependences of the friction force on the diameter of the tree trunk are necessary to keep it in the pincer grip. The use of a pincer gripper for these technological operations will increase productivity and reduce labor costs in the logging production complex.

**Keywords.** forest strip, trawling, tractor, gripper, tree, working body, load, research.

**Вступ.** В даний час відбувається посилення деградації сільськогосподарських земель, тому найважливіше місце в системі заходів щодо зниження екологічної напруженості в сільському господарстві відводиться зрошенню і захисному лісорозведенню [1].

У зв'язку з цим, на сучасному етапі, назріла необхідність проведення ремонту та реконструкції зрошувальних систем, підтримання в працездатному стані всіх елементів зрошувальної системи включаючи канали, захисні лісові смуги та інші споруди, що є актуальним завданням. Найважливішим заходом при цьому є очищення каналів від деревно-кущової рослинності.

**Виклад основного матеріалу.** Трелювання – особлива операція в технологічному процесі лісозаготівлі. На цю операцію припадає 25–30 % трудовитрат з лісосічних робіт і до 10–12 % всіх трудовитрат по комплексу

---

<sup>15</sup>Науковий керівник – асистент Шаповалюк С.О., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

лісозаготівельного виробництва [2]. Трелювання належить до первинного транспортування деревинної сировини і суттєво відрізняється від інших операцій. Машини, які застосовують на трелюванні мають великі тягові зусилля, високу прохідність і характеризуються порівняно незначними швидкостями руху.

Існують різні засоби і способи трелювання. Застосування тих чи інших трелювальних засобів обумовлюється в першу чергу натурально-природними умовами: рельєфом місцевості, несучою здатністю ґрунтів, запасом деревини на 1 га, середнім об'ємом стовбура, загальним запасом деревини на лісосіці, наявністю підросту [2].

В даний час тракторами виконують понад 80 % основного обсягу робіт з трелювання. Канатні установки, рідше гелікоптерами, аеростати та гвинтокрили застосовують для транспортування деревинної сировини з лісосік, розташованих у важкодоступній гірській місцевості. Але на сьогодні такі способи (окрім канатних установок) знаходяться на стадії наукових досліджень і конструкторських напрацювань. У важкодоступних гірських умовах на трелюванні застосовують лісоспуски, лотки і кінну тягу.

Тракторами можна трелювати деревину: волоком, у півпідвішеному, у півнавантаженому, підвішеному та навантаженому стані. Переміщення дерева волоком використовується в обмежених масштабах і неефективна з точки зору збереження ґрунтової поверхні, також при русі дерева по землі може зустріти перешкоду у вигляді пенька, що призведе до зупинення процесу трелювання.

Трелювання в навантажувальному стані застосовується для переміщення сортиментів, де вирішальними характеристиками є габарити і потужність трелювального засобу. Більш складними є півпідвішений і півнавантажений спосіб трелювання. При цьому енерговитрати залежать не тільки від об'ємної ваги дерева, а й від того, як виконується трелювання, а саме комлями або вершинами вперед.

Багатьма вченими відзначено, що найбільш ефективно трелювання деревини виконувати комлями вперед, так як відзначається найменший опір руху дерева. Нами наводиться дослідження, в яких трелювання здійснюється у півпідвішеному стані.

Використовуючи розрахункову схему (рис.1) визначимо необхідне зусилля для переміщення дерева і силу тертя  $F_{mp}$  для утримання стовбура дерева захватним пристроєм у півпідвішеному стані в процесі тракторного трелювання.

Силу опору переміщенню дерева по поверхні ґрунту визначаємо за рівнянням:

$$F_{\text{тпн}} = R\mu = Gk_{kp} \left(1 - \frac{l_x}{L}\right) f_n \cos \alpha, \quad (1)$$

де  $f_n$  – коефіцієнт опору переміщення дерева по поверхні землі.

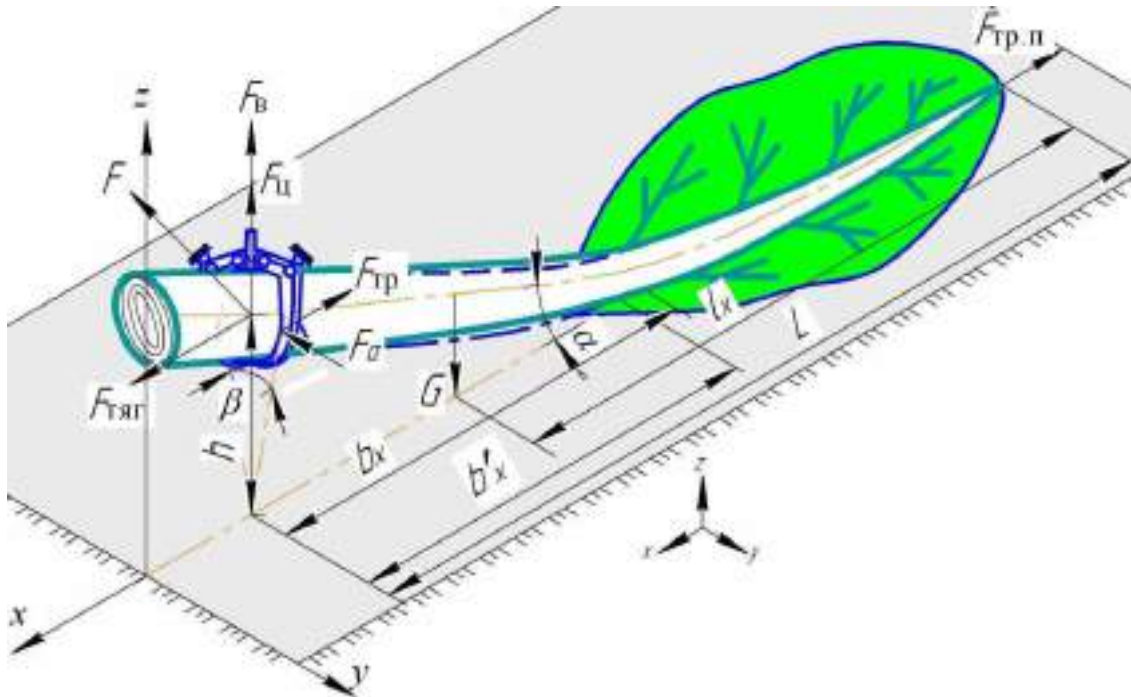


Рис. 1. Схема для визначення зусиль при тракторному трелюванні дерева:

$F_v$  – вертикальна сила, що піднімає комлеву частину дерева, Н;  $F_ц$  – сила гідроциліндра, Н;  $F_{тр}$  – сила тертя дерева об кліщовий захват, Н;  $F_a$  – сила нормального тиску з боку важеля на бічну поверхню дерева, Н;  $\beta$  – кут обхвату стовбура дерева, град;  $F_{тяг}$  – сила, що переміщає дерево в горизонтальній площині, Н;  $F_{тр.п}$  – сила тертя, волочущої частини дерева по поверхні землі, Н;  $G$  – сила тяжіння дерева, Н;  $h$  – висота підйому комля дерева, м;  $L$  – довжина дерева, м;  $l_x$  – відстань від вершини до центру ваги дерева, м;  $b_x$  – довжина піднятої частини дерева, м;  $\alpha$  – кут нахилу осі дерева до поверхні шляху, град.

В роботі Петруша Г.Н виведена формула для визначення зусилля переміщення деревного хлиста [2]. Так як, ми здійснюємо переміщення дерева, необхідно ввести в розрахунок коефіцієнт  $k_{кр}$ , що враховує масу крони дерева ( $k_{кр}=1,1\dots1,3$ ), який визначений на підставі методики Л.В. Кортяєва [2]. З урахуванням цього формула для переміщення дерева силою  $F$  матиме вид:

$$F = \frac{\rho k_{кр} \pi d^2 b'_2}{48} \left( \frac{(1+K)^2}{K^2} + 2 \right) + \frac{f n h \left( G k_{кр} - \frac{\rho k_{кр} \pi d^2 b'_2}{48} \left( \frac{(1+K)^2}{K^2} + 2 \right) \right)}{b_x f_{ув}} \quad (2)$$

де  $\rho$  – об'ємна вага деревини, Н/м<sup>3</sup>;

$d$  – діаметр дерева, м;

$h$  – висота підйому комля дерева, м;

$f_{ув}$  – коефіцієнт, що враховує збільшення  $b_x$  і  $F$ ;

$K$  – параметр положення і розмірів деревного хлиста,

$$K = \frac{1}{1 + m_0 b'_2}$$

де  $m_0$  – величина, що залежить від геометричних розмірів деревного хлиста;

$m_0 = \frac{t}{d_0}$ ;  $t$  – збіг деревного хлиста;  $d_0$  – діаметр комля дерева, м.

Для визначення висоти підйому комля дерева  $h$ , розглянемо дерево як пружне тіло, що має згинальну жорсткість (рис. 2).

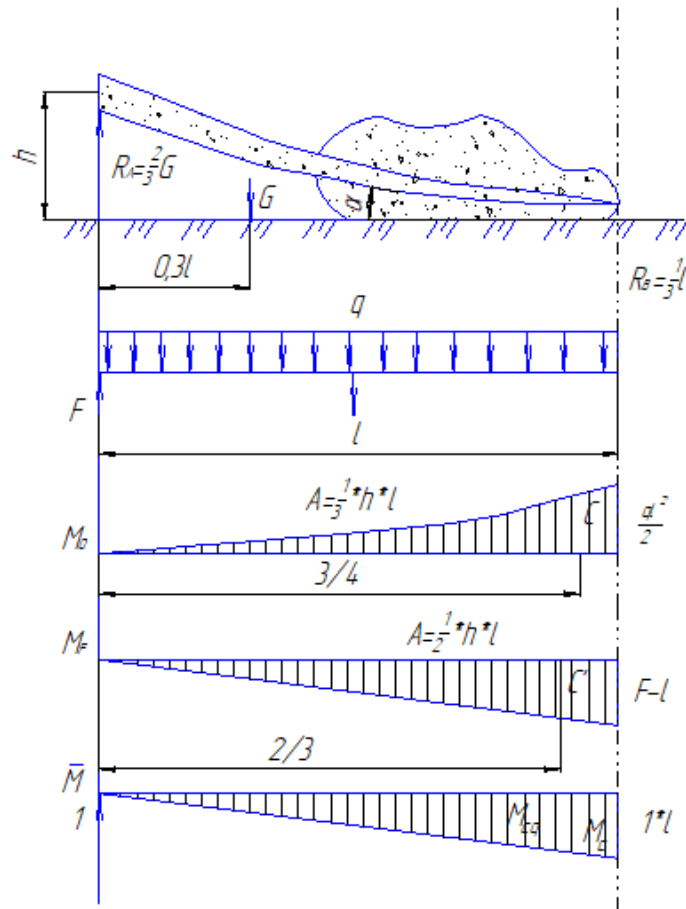


Рис.2. Розрахункова схема для визначення переміщення балки

Уявімо дерево у вигляді пружної балки на двох опорах, одна опора рухома в точці  $A$ , а інша нерухома в точці  $B$  з рівномірно розподіленим навантаженням  $q$  і прикладеної вертикальної сили  $F$  на кінці балки. Опори замінюємо вертикальними реакціями зв'язку  $R_A$  і  $R_B$ .

Будуємо епюру при дії заданого розподіленого навантаження  $q$ ; йому відповідає епюра моментів  $M_q$ . Другий стан при дії сили  $F$ ; йому відповідає епюра моментів  $M_F$ . Прикладаємо одиничну силу в точці переміщення балки і будуємо епюру моментів від одиничного навантаження і одиничної сили  $M$ .

Щоб знайти переміщення, обчислюємо інтеграл від приведених епюр по формулі Мора [3]

$$h = \frac{1}{EI} \int M_q \overline{M}_c dl \quad (3)$$

Так, як інтегрувати занадто багато роботи, скористаємося правилом Верещагіна, яке полягає в наступному: щоб перемножити дві епюри, з яких хоча б одна є прямолінійною, потрібно площу однієї епюри (якщо є криволінійна епюра, то обов'язково її площа) помножити на ординату іншої епюри, що розташована під центром ваги першої.

Тоді отримаємо:

$$h = \frac{1}{EI} (A \cdot \overline{M}_C), \quad (4)$$

де  $A$  – площа епюр, м<sup>2</sup>.

Переміщення від  $q$ :

$$h_q = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{3} \frac{ql^2}{2} l \cdot \frac{3}{4} l \right) = - \frac{ql^4}{8EI}. \quad (5)$$

Переміщення від  $F$ :

$$h_F = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{2} Fll \cdot \frac{2}{3} l \right) = \frac{Fl^3}{3EI}. \quad (6)$$

На підставі принципу незалежності дії сил висоту підйому комля дерева визначимо:

$$h = h_q + h_F = \frac{Fl^3}{3EI} - \frac{ql^4}{8EI} = \frac{8Fl^3 - 3ql^4}{24EI} \quad (7)$$

де  $E$  – модуль пружності дерева, Н/м<sup>2</sup>;

$I$  – момент інерції деревного хлиста в перетині, м<sup>4</sup>.

Виразивши висоту комля дерева, визначили необхідне зусилля для переміщення дерева, яке склало 3,2 кН.

Розглядаючи захватний пристрій за представленою розрахунковою схемою (рис. 2) в результаті симетрії важелів, визначалися параметри одного з них.

Сила тертя, для утримання стовбура дерева захватним пристроєм, завдяки замикаючій дії кліщів визначається [4-6]:

$$F_{\text{тр.}} = G \frac{\sin(\alpha+\beta) - f \cos(\alpha+\beta)}{\sin 2(\beta+\alpha) + 2f \cos(\beta+\alpha)} kf \quad (8)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя дерева об затискні важелі;

$k$  – коефіцієнт надійності.

Результати розрахунку сили тертя при утриманні стовбура дерева кліщовим захватом при захопленні, при переміщенні максимальної ваги вантажу – дерева в 3 кН, показали, що максимальна сила тертя на кліщах досягається при діаметрі стовбура дерева 0,25 м і становить 4,11 кН (рис. 3).

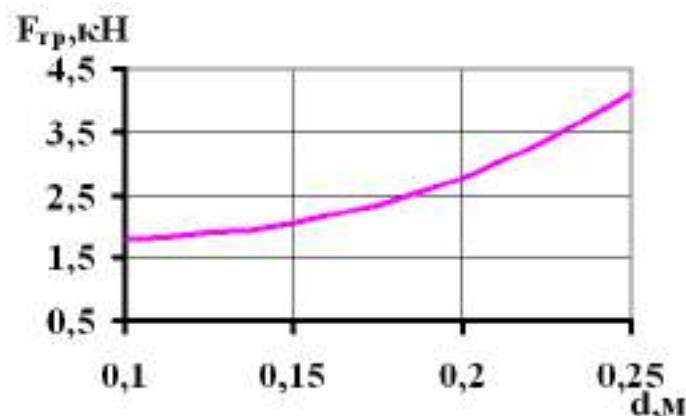


Рис. 3. Залежність сили тертя кліщового захвату при утриманні від діаметра стовбура дерева



Результати розрахунку сили тертя  $F_{тр}$  і сили  $F$  для переміщення дерева показали, що буде виконуватися умова  $F_{тр} \geq F$  необхідна для утримання стовбура дерева кліщовим захватом в процесі трелювання.

**Висновки.** Вивчено процес трелювання дерева у півпідвішеному стані маніпулятором, отримані залежності сили тертя від діаметра стовбура дерева необхідні для утримання його в кліщовому захваті.

### Список використаних джерел

1. Rutkevych V.S. Development of mulchers branch of fruit trees between the rows of an intensive garden. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 3 (102). С. 22–27.
2. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, М.В. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
3. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.
4. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2019. 222 с.
5. Veselovska N., Shargorodsky S., Rutkevych V., Kupchuk I., Burlaka S. Development of the mathematical model of the hydraulic drive of the lift mechanism of the working equipment of the front loader *Przegląd Elektrotechniczny*. 2023. Vol. 99 (№10). P. 34-38.
6. Руткевич В.С., Шаповалюк С.О. Аналіз перехідних процесів в адаптивному гідравлічному приводі вивантажувача стеблових кормів. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*. 2023. № 3 (321). С. 199–209.

**Роман МАНДИБУРА<sup>16</sup>,**

студент 4 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

**Анотація.** Особливістю сільськогосподарських вантажів, є мінливість їхніх властивостей під впливом різних факторів: вологості, тиску, температури, тривалості зберігання і т.д. Для зменшення втрат сільськогосподарської продукції під час транспортування необхідно знати

---

<sup>16</sup>Науковий керівник – к.т.н, доцент Кондратюк Д.Г., кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

причини, що спонукають це явище, навчитися впливати на них. Без розуміння сутності цих процесів не можна правильно організувати перевезення. Пошкодження сільськогосподарських вантажів викликається впливом на них динамічних і статичних навантажень. Воно залежить від пружності елементів вантажу і поверхні, з яким стикається продукт, від розмірів одиниці вантажу, його об'ємної маси, висоти падіння та висоти насипу вантажу в контейнери. Ряд продуктів сільського господарства відноситься до швидкопсувних, тобто потребуючих для забезпечення збереженості під час перевезення дотримання визначеного температурного режиму. Фізико-механічні й агробіологічні особливості сільськогосподарських вантажів визначають вимоги до транспортних засобів, вантажно-розвантажувальній техніці, а в ряді випадків і до організації перевезень.

***Annotation.** A peculiarity of agricultural goods is the variability of their properties under the influence of various factors: humidity, pressure, temperature, duration of storage, etc. In order to reduce losses of agricultural products during transportation, it is necessary to know the reasons that lead to this phenomenon and to learn how to influence them. Without understanding the essence of these processes, it is impossible to properly organize transportation. Damage to agricultural goods is caused by the impact of dynamic and static loads on them. It depends on the elasticity of the elements of the cargo and the surface with which the product comes into contact, on the dimensions of the cargo unit, its volumetric mass, the height of the fall and the height of the cargo mound in the containers. A number of agricultural products are perishable, i.e. they need to maintain a certain temperature regime to ensure preservation during transportation. Physico-mechanical and agrobiological features of agricultural cargo determine the requirements for vehicles, loading and unloading equipment, and in some cases for the organization of transportation.*

**Вступ.** Одним з головних факторів, що характеризують сільськогосподарські вантажі, є мінливість їхніх властивостей під впливом різних факторів: вологості, тиску, температури, тривалості зберігання.

Наприклад, зі збільшенням висоти вантажу, що зберігається, зростає небезпека злежуваності, вологі матеріали під дією низьких температур мають схильність до замерзання. Багато вантажів легко пошкоджуються. Найбільше пошкоджуються коренебульбоплоди та плоди овочево-баштанних культур.

Для попередження зниження якості сільськогосподарських продуктів і зменшення втрат при транспортуванні необхідно знати причини, що спонукають ці процеси, і навчитися ними керувати. Без розуміння сутності цих процесів не можна правильно організувати перевезення.

**Виклад основного матеріалу.** Вантажі у сільському господарстві класифікують за ступенем використання номінальної вантажопідйомності транспортного засобу (автомобіль або тракторний причеп). Місткість кузова транспортного засобу розрахована на забезпечення номінальної вантажопідйомності при перевезенні вантажів з об'ємною масою, що дорівнює одиниці. Такі вантажі відносять до I класу. Вантажі, які забезпечують використання номінальної вантажопідйомності транспортного засобу з

коефіцієнтом 0,71...0,99 відносять до II класу, від 0,51 до 0,70 – до III та від 0,41 до 0,50 - до IV класу. Вантажів, які забезпечують використання номінальної вантажопідйомності транспортного засобу менше 0,40 відносять до V класу.

Клас вантажу визначається не тільки його фізичними властивостями (об'ємною масою), але і видом упакування. Той самий вантаж може бути віднесений до різних класів при різному його упакуванні. Наприклад, сіно та солома пресовані – до II, а непресовані – до IV класу [1].

Специфіка сільськогосподарського виробництва пов'язана з необхідністю у кількаразовому перевезенні тих самих вантажів, що повинно враховуватися при плануванні роботи сільськогосподарських транспортних засобів. Крім того, більшість вантажів сільського господарства має малу щільність, що приводить до неповного використання вантажопідйомності транспортних засобів, знижує їхню продуктивність і підвищує витрати на перевезення.

Технологія вантажно-транспортних робіт має забезпечувати збереження сільськогосподарських вантажів, зокрема плодів від механічних пошкоджень. Цього можна досягти вдосконаленням конструкції тари, дотриманням певних режимів навантаження та розвантаження, застосуванням спеціальних транспортних засобів.

Пошкодження сільськогосподарських вантажів в значній мірі викликається впливом на них динамічних і статичних навантажень. Воно залежить від пружності елементів вантажу і поверхні, з яким стикається продукт, від маси одиниці вантажу, його об'ємної маси, висоти падіння.

Статичне навантаження пов'язане з висотою насипу плодів. Відомо, що порівняно чутливі до навантажень яблука витримують зусилля до 30 Н. Це відповідає висоті штабеля з 25 шарів яблук, тобто 150 см. Якщо статична сила діє на малу площу, наприклад гострий пруг дошки, то пошкодження яблук виникають і за менших зусиль [2].

Щоб утворилися такі самі пошкодження плодів під дією динамічного навантаження, яке виникає в разі поштовхів і ударів, потрібна енергія у 2 – 2,7 рази більша порівняно із статичним навантаженням. Вибойни (нерівності) на шляху зумовлюють коливання плодів при транспортуванні. Статичний тиск на плоди змінюється. Подекуди навантаження короткочасно зростає, змінюється також положення плодів. Пошкодження, які спричиняються окремими нерівностями тари плодів, збільшуються. Плоди верхніх шарів можуть набувати прискорення, що перевищує прискорення вільного падіння, внаслідок чого вони підстрибують. Зі збільшенням висоти насипу зростає кількість пошкоджених плодів на дні тари та у верхніх шарах. Для кожного виду плодів існує оптимальна висота насипу (наповнення контейнерів) [2].

Цілий ряд продуктів сільського господарства відноситься до швидкопсувних, тобто потребуючих для забезпечення збереженості під час перевезення дотримання визначеного температурного режиму.

Свіжі фрукти й овочі при транспортуванні не більш 6 год можуть перевозитися у весняний і осінній періоди при зовнішній температурі не нижче 0°. Автотранспортні підприємства зобов'язані забезпечити в кузові автомобілів-рефрижераторів необхідний температурний режим, а відправник

вантажу -температуру вантажу при навантаженні. У цьому випадку відправники вантажу зобов'язані здійснювати завантаження автомобілів-рефрижераторів з 22 до 8 год, тобто в прохолодний час доби.

Температура швидкопсувних вантажів перед навантаженням і температура в кузові автомобіля-рефрижератора, що прибув під навантаження і до вантажоодержувача, повинна відзначатися відправниками вантажу і вантажоодержувачами в листі контрольних перевірок температури вантажів і в товарно-транспортній накладній.

Фрукти й овочі повинні перевозитися в затареному виді. Для упакування плодів і овочів застосовуються контейнери відповідно до встановлених державних стандартів України. Пропоновані до перевезення плоди й овочі повинні бути покладені в тару щільно, у рівень із краями так, щоб вони не билися і не терлися. Укладання контейнерів з плодами повинно бути таким, щоб забезпечувати циркуляцію повітря й ефективне використання холоду [2].

Фрукти й овочі повинні бути відсортованими для перевезення за ступеню зрілості і сортам відповідно до вимог стандартів. Вони повинні бути свіжими, не забрудненими, не зволженими, без механічних пошкоджень, не уражені хворобами і сільськогосподарськими шкідниками. До перевезення не допускаються овочі і фрукти перезрілі, прив'ялі, загнилі та підморожені.

На відміну від промисловості, будівництві та торгівлі в сільському господарстві транспорт приймає безпосередню участь у виробничих процесах, сприяючи своєчасності їх виконання. При збиранні силосної маси, картоплі, цукрових буряків і деяких інших продуктів рільництва транспортні засоби постійно супроводжують збиральні комбайни, виконуючи поряд із транспортною накопичувальну функцію.

Для перевезення зернових вантажів необхідно ретельно підготувати транспорт: перевірити його технічний стан, наростити борти, ущільнити всі з'єднання кузова, щоб уникнути втрат зерна при транспортуванні, встановити іскрогасники. Деталі кузова ущільнюють за допомогою фанери, дерев'яних планок, гумових прокладок, мішковини і т.п. Оскільки під час перевезення зерна в кузовах автомобілів відкритим способом губиться на кожній їзді через видування до 35 — 50 кг, то для усунення цього всі транспортні засоби постачають захисними пологами, що представляють собою брезент, який укриває зерно в кузові автомобіля [2].

**Висновки.** Фізико-механічні й агробіологічні особливості сільськогосподарських вантажів визначають вимоги до транспортних засобів, вантажно-розвантажувальній техніці, а в ряді випадків і до організації перевезень.

Пошкодження сільськогосподарських вантажів під час перевезення можна зменшити:

- оптимізацією висоти насипу вантажу;
- збільшенням площі поверхні дна тари, внаслідок чого зменшиться кількість плодів, що контактують з її стінками (це особливо важливо для великих плодів);
- згладжуванням стінок тари, пругів дошок, вкриванням тари

матеріалами, що поглинають удари;

- вібрацією плодів з високими частотами та малими амплітудами, внаслідок чого досягається ущільнення і плоди займають стійкіше положення; сили, які при цьому виникають, малі і не спричиняють пошкодження; найбільше пошкоджуються плоди на початку їх перевезення, тому у цей час слід перевозити їх особливо повільно й обережно;

- оптимальним використанням ресорної системи транспортного засобу, застосуванням шин низького тиску, зменшенням швидкості руху.

### Список використаних джерел

1. Машиновикористання в землеробстві / за ред. В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного. Київ: Урожай, 1996. 384 с.

2. Царенко О.М., Войтюк Д.Г., Швайко В.М. та ін. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Київ: Мета, 2003. 448 с.

**Олексій ЖУПАНОВ<sup>17</sup>,**

студент 4 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

## КАВІТАЦІЙНА ОБРОБКА РІДИН ТА ЕМУЛЬСІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

***Анотація.** Дослідження можливостей застосування впливу кавітації на обробіток продукції сільського господарства, виробництва добрив та добавок, галузі тваринництва та харчової промисловості є актуальним питанням.*

*Використання кавітаційної обробленої води у сільському господарстві призводить до значного приросту врожайності тепличних овочевих культур та зменшення захворюваності рослин. Кавітаційна обробка торфу дозволяє покращити доступність корисних речовин для рослин та знизити собівартість гумінових препаратів. У тваринництві кавітація використовується для покращення фізіологічного стану та продуктивності тварин. У харчовій промисловості кавітація сприяє підвищенню соковиділення та покращенню якості продуктів. В енергетиці вона використовується для підготування палива та зниження викидів.*

*Техніко-технологічне забезпечення диспергаційно-кавітаційного процесу виробництва вологих сумішей на основі різноманітної рослинної сировини (зерна і бобів, зелених рослин) та відходів переробної промисловості (пивної дробини, лушпиння соняшника, висівок, соломи тощо) з метою отримання*

---

<sup>17</sup>Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Луц П.М., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

гомогенної, незараженої, біологічно цінної добавки підвищеної засвоюваності є перспективним для сільського господарства на сучасному етапі розвитку.

**Ключові слова.** процес, кавітація, тваринництво, кормозабезпечення, подрібнення сировини, гомогенний продукт, незараження.

**Annotation.** *Researching the possibilities of applying the effects of cavitation to the processing of agricultural products, the production of fertilizers and additives, the livestock industry and the food industry is an urgent issue.*

*The use of cavitation treated water in agriculture leads to a significant increase in the yield of greenhouse vegetable crops and a decrease in plant disease. Cavitation processing of peat makes it possible to improve the availability of useful substances for plants and reduce the cost of humic preparations. In animal husbandry, cavitation is used to improve the physiological state and productivity of animals. In the food industry, cavitation helps to increase juice extraction and improve the quality of products. In energy, it is used to prepare fuel and reduce emissions.*

*Technical and technological support of the cavitation process for the production of wet mixtures based on various vegetable raw materials (grains and beans, green plants) and waste from the processing industry (beer groats, sunflower husks, bran, straw, etc.) in order to obtain a homogeneous, disinfected, biologically valuable supplement with increased digestibility is promising for agriculture at the current stage of development.*

**Keywords.** *process, cavitation, animal husbandry, feed supply, raw material grinding, homogeneous product, decontamination.*

**Вступ.** Сільськогосподарська галузь завжди потребувала і потребує в розвиненні та інтенсифікації процесів. Це відноситься до всіх напрямків без виключення: тваринництво, рослинництво, кормозабезпечення, виробництво енергетичної складової, переробка та утилізація вторинних продуктів виробництва.

Одним з ефективних методів інтенсифікації хіміко-технологічних процесів у рідинах є кавітаційний вплив на оброблюване середовище. Ефект кавітації – це утворення в рідині порожнин (кавітаційних бульбашок), заповнених розрідженою парою.

Використання корисної дії ефекту кавітації та її наслідків є дуже актуальним питанням, яке потребує додаткового розкриття та більш глибокого вивчення.

**Виклад основного матеріалу.** Кавітація, як процес може виникати внаслідок різноманітних чинників і бути досягненим різноманітними способами:

- в результаті місцевого зниження тиску в рідині, яке може виникнути через стрибкоподібне звуження каналу або об'єкта, рухливість частинок у рідині тощо (гідродинамічна кавітація);

- при проходженні акустичної хвилі великої інтенсивності, що призведе до утворення та колапсу пазирів (акустична кавітація);

- виникає при різкому зміщенні рідини з високого тиску в область низького тиску, що призводить до утворення пухирців (гідравлічна кавітація);
- внаслідок коливань рідини внаслідок впливу різних факторів, таких як вібрація, обертання, турбулентні потоки тощо (вібраційна кавітація);
- виникає в результаті різкого зміни тиску та температури рідини, що призводить до утворення пухирців від пару, які лопаються та спричиняють шкідливі ефекти (термальна кавітація).

Від способу виникнення кавітації її ефект може мати різні наслідки і бути застосовуватися у різних галузях науки та технологіях. Области застосування кавітації у різних технологічних процесах дуже широкі.

У рослинницькій сфері сільського господарства використання кавітаційної обробленої води дозволяє отримати приріст врожайності тепличних овочевих культур до 30% при одночасному зниженні захворюваності рослин. Основними факторами, що впливають на отриманий ефект, є підвищений вміст кисню обробленої (активованої) води, а також складні фізико-хімічні процеси, що відбуваються під дією кавітації [1].



*Рис. 1. Напрямки використання ефекту кавітації*

Виготовлення добрив та добавок можливо прослідкувати на прикладі переробки торфу. Органічні речовини торфу складаються з гумінових та фульвових кислот, бітумів, целюлози, лігніну. Мінеральна частина в основному складається з кремнію, кальцію, заліза, алюмінію та мікроелементів. Торф'яні добрива малоефективні, оскільки переважна більшість корисних речовин перебуває у важкодоступній формі. Застосовуючи лужну екстракцію торфу, домагаються доступності низки речовин для харчування рослин [2]. Однак хімічний спосіб виділення необхідних корисних речовин недостатньо ефективний. Крім цього, руйнується природна структура гумінових препаратів, отриманих хімічною екстракцією. Тому актуальне завдання розробки ефективних технологій переробки торфу, в якому органічні речовини стають водорозчинними із вмістом фульвових та гумінових кислот. Використання кавітації в технологіях одержання гумінових препаратів дає можливість досягнення їхньої високої фізіологічної активності, великого виходу

водорозчинних органічних речовин. При цьому собівартість гумінових препаратів як мінімум вдвічі нижча порівняно із застосуванням інших технологій [3].

Кавітація торф'яно-водної емульсії дозволяє отримати пасту з високим вмістом фульових та гумінових кислот, яка є концентрованим високоефективним стимулятором росту для рослин. Виробництво гуматів може бути організоване в рамках будь-якого сільськогосподарського підприємства і навіть в особистому господарстві. Продуктивність установок для одержання гуматів може досягати великих показників і не потребує зведення великих заводів з переробки.

Напрямок тваринництва використовує ефект від дії кавітації в більшості у кормо виробництві при приготуванні та переробці кормових сумішей. Фізична форма кормів суттєво впливає на функціональний стан органів травлення та на перетравлення, засвоєння і використання поживних речовин організмом тварин. Найбільш прийнятною фізичною формою кормів є – волога. Саме така форма кормів забезпечує рівномірний рівень діяльності всіх основних травних залоз, до 10% підвищується продуктивність тварин. Існуючі на теперішній час технології виробництва рідких кормів, не вирішують багато питань, пов'язаних із якісним їх приготуванням. Тому, зараз в усьому світі активно розвивається напрям заснований на принципі дезінтеграції біомаси до пульпоподібного стану технічними засобами, що реалізують принцип кавітації. Під дією кавітації забезпечуються наступні ефекти:

- руйнування клітинних структур (в першу чергу клітинних оболонок на дрібні частки та вивільнення компонентів клітинного матриксу);
- підвищення екстракції розчинних білків і біологічно активних речовин;
- підвищення дії коагулюючих факторів (коагулюється весь білок, що міститься в початковій зеленій масі, який осідає разом із зруйнованими клітинними оболонками у вигляді пастоподібного продукту, що є високоякісним білково-вітамінним кормом);
- підвищення біологічної цінності і засвоюваності рослинного корму;
- зменшення втрат поживних та біологічно-активних речовин корму;
- пригнічення (загибель) всіх бактерій, що потрапили у корм із нативною біосировиною;
- нейтралізація антипоживних речовин;
- посилення дії консервантів;
- збереження смаку та біологічної цінності корму.

Якість кормів переважно залежить від технологічних операцій під час їх приготування:

По-перше, необхідно, щоб корми були однорідні за фракційним складом. Це означає, що процес подрібнення повинен забезпечувати однаковий фракційний склад для кожного компонента складової сировини, що входить до складу корму;

По-друге, корми повинні бути однорідними за розподілом компонентів у суміші. Процес змішування має забезпечити високий коефіцієнт розподілу компонентів рослинної сировини по всьому об'єму (або масі) суміші;



По-третє, корми повинні зберігати всі корисні речовини і вітамінні комплекси, бути незаражені від шкідливих речовин, і мати спроможність ефективно перетворюватись твариною. Отже, приготування кормів з використанням новітніх машин, підвищує ефективність галузі. [4-6].

У харчовій промисловості кавітаційна обробка сприяє підвищенню соковиділенню до 14 % (цукрова промисловість та виробництво вина), скорочення часу попередньої та основної дефекації бурякових дифузійних соків, харчових добавок та вітамінів до 10 разів, збільшення виходу спирту на 8 - 10 % та ін [7].

В сфері підготування палива та виготовлення водопаливних емульсій та суспензій також перспективним в енергетиці напрямом є використання дисперсно-паливних систем. Кавітаційний вплив служить ефективним засобом отримання водно-вугільних суспензій і вугільно-масляних паст. Використання якісних вуглемазутних суспензій у промисловості дозволяє зменшити витрату мазуту до 25%. Спалювання вуглемазутних і водовугільних суспензій зменшує шкідливі викиди ( $\text{CO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ ), дозволяє утилізувати вугільний шлам і в наслідок цього знизити собівартість отримання теплової та електричної енергії. Найбільший економічний ефект та одночасне зниження газових викидів забезпечує додавання до палива від 10 до 15 % води. Впровадженням кавітаційного змішування забезпечується можливість спалювання некондиційних високов'язких та обводнених мазутів. Для підмішування у якості водної складової можна використовувати забруднені стоки промислових підприємств [8].

Додаткова сфера використання кавітаційного диспергування – у будівельній індустрії. Обробка дозволяє збільшити питому поверхню цементу безпосередньо у водному середовищі і забезпечує більш повніше використання його потенційні властивості та підвищувати ступінь гідратації та поверхневу енергію частинок. Руйнуючи маломіцну первинну алюмінієву крупнозернисту структуру, вдається отримати дрібнокристалічну структуру цементного каменю, міцність якого зростає до 3 разів у порівнянні з приготуванням розчину у звичайних змішувачах.

**Висновки.** Дослідження показали, що кавітація має широкий спектр застосування в різних сферах промисловості та сільського господарства. Використання цього фізичного явища сприяє покращенню продуктивності, якості та ефективності технологічних процесів. Кавітація може бути важливим інструментом для вирішення проблем та покращення якості продукції в різних галузях промисловості.

Поширення застосування у виробництві розглянутого виду переробки сільськогосподарських матеріалів надасть можливість підвищити продуктивність та якість виробництва в сільському господарстві. Кавітаційна обробка дозволяє оптимізувати різноманітні технологічні процеси, включаючи подрібнення, вимочування, екстракцію та інші. Внаслідок цього, можливо досягти економії енергії та ресурсів, зменшити втрати продукту та покращити загальну продуктивність у сільському господарстві.

### Список використаних джерел

1. Шевченко І., Шацький В., Махмудов І. Сучасні технології забезпечення тваринництва екологічно чистими кормами. *Агро перспектива*. 2009. № 11(107). С. 74-78.
2. Yu. Sniezhkin, Zh. Petrova, Yu. Novikova, A. Petrov Technology of complex processing of peat. *Енергетика і автоматика*. 2020. №5, 32-41. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/energiya2020.05.032>
3. Петрова Ж.О., Пазюк В.М., Петров А.І. Технологія отримання гумінових речовин з торфу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 4 (111). С. 55-60.
4. Алієв Е. Б., Миколенко С. Ю., Яропуд В. М., Малегін Р. Д. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми кавітаційного диспергатора-гомогенізатора сільськогосподарської сировини рослинного походження на кормові цілі. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 2 (109). С. 5-15.
5. Павліченко В. М., Троїцька О. О., Лиходід В. В. Обґрунтування техніко-технологічних основ енергоощадного виробництва кормової добавки на основі рослинної сировини. *Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць. Ін-т мех тваринництва НААН. Запоріжжя, 2012. Вип. 1 (9). С. 10-21.*
6. Алієв Е. Б., Луц П. М., Верета В. В. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми роторно-кавітаційного диспергатора кормосумішей. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України». 21 листопада 2019 року. м. Ніжин. С.15-23.
7. Чернявський М. М. Дослідження сокоочистки у цукровому виробництві. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. Вінниця, 2010. Вип. 5 (22). С. 10-18.
8. Паливо майбутнього в Україні: як мокре горить. *Український тиждень*: веб-сайт. URL: <https://tyzhden.ua/palyvo-majbutnoho-v-ukraini-iaк-mokre-horyt/> (дата звернення 28.09.23).

**Андрій СИРОЇД<sup>18</sup>,**  
студент 3 курсу,  
Факультету технології виробництва  
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЇХ РІЗНОВИДИ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ**

***Анотація.** У статті розглянемо розділення рідких неоднорідних харчових середовищ шляхом фільтрування. Фільтрування дуже часто використовується в харчовій промисловості. Тому у даній статті розглянемо основні види фільтрування, будову та функціонування найпоширеніших фільтрів.*

***Annotation.** In the article, we will consider the separation of liquid heterogeneous food media by filtration. Filtration is very often used in the food industry. Therefore, in this article we will consider the main types of filtering, the structure and functioning of the most common filters.*

***Вступ.** У харчовій промисловості неоднорідні системи часто потрібно розділити на складові частини. Наприклад, під час виробництва цукру суспензію, отриману в сатураційних апаратах, розділяють для отримання чистого цукрового розчину. На заводах фільтрують цукрові та вітамінні сиропи, фруктові-ягідні соки, пиво, вино тощо. Залежно від призначення процес фільтрування може бути очисним або продуктовим. У першому випадку бажаним продуктом є фільтрат (наприклад, пиво, вино, молоко), а в другому - осад (дріжджі, крохмаль).*

***Виклад основного матеріалу.** Часто в галузі харчової промисловості виникає питання про те, як розділити дві суміші. Вибір методу розділення сумішей залежить від того, чи є ця суміш однорідною (гомогенною) чи різномірною (гетерогенною), а також від розміру частинок, які в ній містяться. Для виділення компонентів з різномірною сумішшю використовують такі методи, як відстоювання, фільтрування, центрифугування та сепарування. Розділення рідких різномірних середовищ можна провести за допомогою процесів, таких як випарювання, кристалізація, дистиляція і хроматографія.*

*Фільтрування є одним із таких методів розділення, який використовується для суспензій і газових сумішей. Воно здійснюється за допомогою пористих фільтруючих перегородок, які утримують частинки порошку і пропускають рідину. Головна мета фільтрування полягає в тому, щоб суміш пройшла через пористу перегородку (фільтр). Пори в фільтрі дуже маленькі, тому рідина (фільтрат) проходить через них, а тверді частинки залишаються на поверхні фільтра. У результаті цього процесу осад накопичується на фільтрі, а рідина збирається в спеціальному резервуарі.*

---

<sup>18</sup>Науковий керівник: доктор філософії старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Бурлака С.А.

Основною динамічною силою у процесі фільтрування є різниця тиску, яка діє з обох сторін фільтруючої перегородки. [2] Сам процес фільтрування включає такі етапи:

1. Утворення осаду на поверхні фільтра.

2. Фактичне фільтрування, коли суміш проходить через фільтруючу перегородку.

3. Процес висихання осаду.

Існують різні типи фільтрів, і однією з основних вимог до них є те, що матеріал фільтра не повинен взаємодіяти з компонентами суміші. Фільтри можуть бути:

- Паперовими, які складаються з фільтрувального паперу.
- Скляними або фарфоровими, де використовується пориста скляна або порцелянова пластина.
- Сипучими, де використовується шар добре очищеного кварцового піску.
- Тканинними або зі скловати (або звичайної вати). [3]

Класифікація фільтрів:

I. Вакуум фільтри

A) періодичної дії

- нутч фільтри

- мішечні фільтри

Б) безперервної дії

- барабанні фільтри

- дискові фільтри

- карусельні фільтри

- стрічкові фільтри

II. Фільтри, які працюють під тиском

A) періодичної дії

- фільтрпрес

- нутч фільтри

- мішечні фільтри

- патронні фільтри

Б) безперервної дії

- барабанні фільтри

- дискові фільтри

У фільтрах періодичної дії процес фільтрування триває до того моменту, коли робоча камера заповнюється осадом. У випадку фільтрів безперервної дії, осад видаляється з фільтруючої перегородки без зовнішньої допомоги.



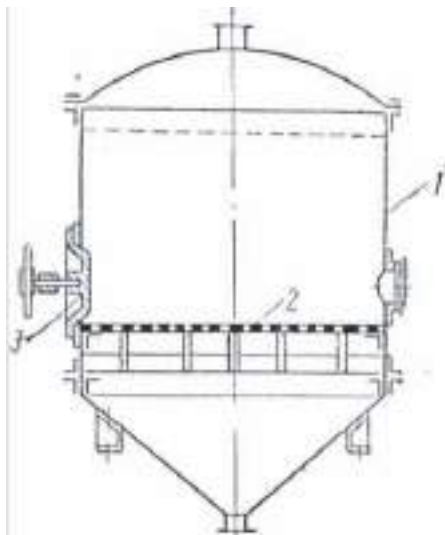
*Рис. 1. Відкритий нутч-фільтр 1 – корпус; 2 – фільтрувальна перегородка.*

Нутч-фільтри можна поділити на відкриті, які функціонують за розрідження, та закриті, що працюють під тиском до 4 атмосфер.

Відкритий нутч-фільтр (див. Рис.1) представляє собою пристрій прямокутної або циліндричної форми із фільтруючою перегородкою,

виготовленою з пористих керамічних плиток. Фільтр заповнюється сумішшю та включається в роботу. Рідина проходить через перегородку, а осад залишається на ній. Такі фільтри є простими та надійними у використанні, можуть піддаватися очищенню від осаду, але їхній обсяг фільтрації досить низький.

На відміну від відкритих нутч-фільтрів, у закритих нутч-фільтрах (Рис.2) осад вивантажується через боковий люк. Такі фільтри мають вищу швидкість фільтрації і дозволяють розділяти суміші, які виділяють вогнебезпечні або токсичні пари.



*Рис. 2. Закритий нутч-фільтр. 1 – корпус; 2 – фільтрувальна перегородка; 3 – люк*

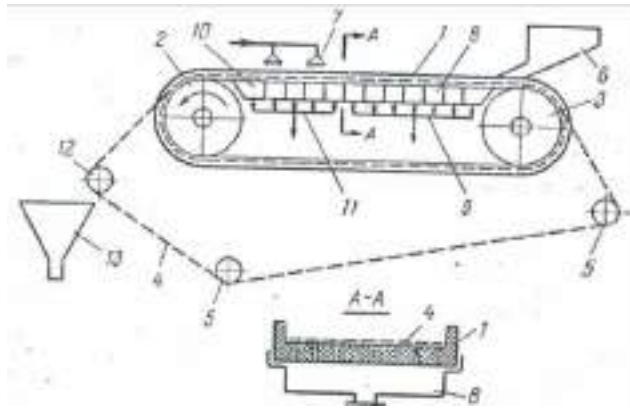
Барабанний фільтр представляє собою полий барабан з боковими отворами, який покритий металевою сіткою та фільтруючою тканиною. Швидкість обертання цього барабана зазвичай коливається в межах від 0,1 до 2 оборотів на хвилину. Поверхня барабана занурена в корито, де розташована суміш. Під впливом різниці тиску між зовнішнім та внутрішнім середовищами на поверхні барабана відбувається утворення осаду, тоді як фільтрат всмоктується всередину і подається на виході через розподільчу головку. [3]

Барабанний фільтр можна розділити на наступні зони:

1. Зона фільтрування, де відбувається осадження частинок на поверхні барабана.
2. Зона просушки, де осад піддається підсушуванню під впливом тиску.
3. Зона промивки і просушки, де осад промивається водою і подається на подальше висушування повітрям.
4. Зона віддушки, де повітря висушує та розріджує осад.

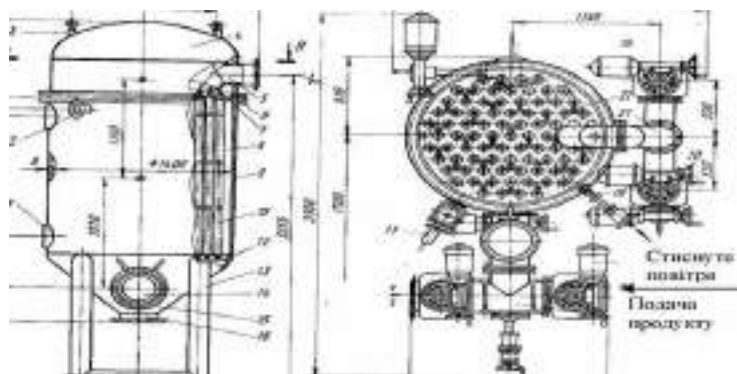
Між цими робочими зонами існують маленькі мертві зони, які перешкоджають спільному зв'язку між різними робочими зонами під час перемикання між комірками.

Щодо стрічкового фільтра безперервної дії (див. Рис.3), він складається з горизонтального стола, по якому рухається резинова стрічка, натягнута між барабанами. На цій резиновій стрічці розташована фільтруюча тканина. Суміш подається на цю тканину. Під час руху стрічки фільтрат відсмоктується, а осад залишається на тканині. Отриманий осад промивається і підсушується.



**Рис 3. Стрічковий вакуум-фільтр. 1 – опорна резинова стрічка; 2 – привідний барабан; 3 – натяжний барабан; 4 – фільтруюча тканина; 5 – натяжні ролики; 6 – лоток для подачі суспензії; 7 – форсунки для подачі промивної рідини; 8 – вакуум-камери для фільтрату; 9 – колектор для фільтрату; 10 – вакуум-камери для промивної рідини; 11 – колектор для промивної рідини; 12 – направляючий ролик; 13 – бункер для осаду**

Патронні фільтри (Рис.4) використовують для фільтрування суспензій з низьким відсотком до 5% твердої фази з наступним промиванням осаду. Патронний фільтр складається з вертикального циліндричного корпусу з кришкою. Всередину корпусу розташована решітка з секціями на яких закріплені вертикальні фільтрувальні елементи. Спочатку суспензія під тиском подається в нижню частину корпусу. Рідка фаза проходить через фільтрувальну перегородку і виводиться з фільтра. Осад затримується на зовнішній стінці патрону. [4]



**Рис. 4 Патронний фільтр ПФ-20**

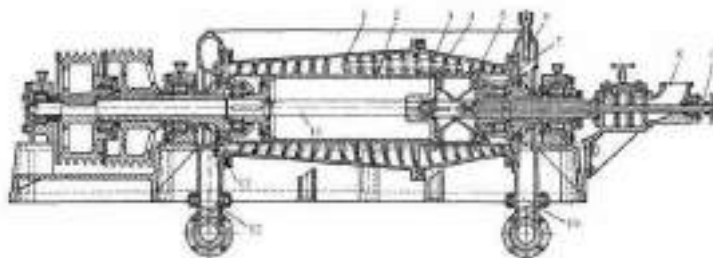
Для розділення грубодисперсних харчових суспензій (відділення крохмалю від сокової води і зневоднення крохмалю) використовуються центрифуги.

Види центрифуг залежно від:

- фактора розділення  $Fp$ : тихохідні ( $Fp < 1000$ ), швидкісні ( $1000 \leq Fp \leq 5000$ ), високошвидкісні, або надцентрифуги ( $Fp > 5000$ )
- призначення: фільтруючі, відстійні, комбіновані;
- способу відокремлення осаду: ручні, гравітаційні, інерційні з пульсуючими поршнями, шнеками, ножами і скребками;
- розміщення вала, де закріплюється ротор: з вертикальним і горизонтальним розміщенням вала.[5]

Під час роботи центрифуги (Рис.5) в ротор 1 через живильний пристрій 4 безперервно подається суміш, фугат безперервно відводиться через зливні вікна 13, а осад відбирається шнеком 3.

В результаті фільтрування на внутрішній поверхні ротора утворюється шар осаду, який транспортується до вікон вивантаження 7. Осад видаляється в приймальник 10. Освітлена рідина направляється до зливних вікон 13, і видаляється в приймальник 12.[6]



*Рис. 5 – Схема відстійної центрифуги типу НОГШ із шнековим вивантаженням осаду: 1 – ротор; 2 – барабан; 3 – шнек; 4 – живильний пристрій; 5 – пристрій впуску промивної води; 6 – труба; 7 – вікно вивантаження осаду; 8 – труба; 9 – живильна труба; 10 – приймальник осаду; 11 – горизонтальний вал; 12 – приймальник освітленої рідини; 13 – зливні вікна.*

**Висновки.** В процесі вибору фільтрів слід враховувати з якою метою відбувається фільтрування (отримання тільки цінного осаду, чи тільки фільтрату, чи того і іншого), властивості суспензії та осаду, обсяги виробництва, вартість апарату, експлуатаційні витрати тощо.

Фільтри безперервної дії використовують на коротких циклах фільтрування. Вони обладнані механізмами для промивки і транспортування осаду. Фільтри періодичної дії використовують найчастіше при довгих циклах фільтрування, так як висока частота вивантаження, складання фільтру, завантаження знижує їх продуктивність.

### Список використаних джерел

1. Учасники проектів Вікімедіа. Суміш (хімія) – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Суміш\\_\(хімія\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Суміш_(хімія)) (дата звернення: 04.10.2023).
2. Улановский А. Лекція 5, 6 Тема. Процеси розділення неоднорідних систем. URL: <https://ulanovskyi.blogspot.com/2020/04/5-6.html> (дата звернення: 04.10.2023).
3. Козловська О. В., Васюков В. М., Беляєва Ю. В. Хімія лабораторний практикум. 2013. 58с.
4. Фільтр патронний: конструкція, принцип роботи. URL: <https://pronpz.ru/filtry/filtr-patron.html> (дата звернення: 04.10.2023).
5. Касаткін А.Г. Основні процеси та апарати хімічної технології. Хімія. 1973.
6. Чернобыльский И.И., Бондар А.Г., Гаевський Б.А. Машини та апарати хімічної промисловості. Хімія. 1962.

Ілля ТВЕРДОХЛІБ<sup>19</sup>,  
студент 4 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВІДЦЕНТРОВИЙ ПОДРІБНЮВАЧ З ПОТОКОВИМ РОЗДІЛЕННЯМ ПРОДУКТУ

***Анотація.** У статті розглянуто актуальну проблему інтенсифікації технологічних процесів та зменшення споживаної енергії у сучасному сільськогосподарському виробництві. Основна увага приділяється методам потокового розділення багатofазних систем. Для оптимізації різноманітних технологічних процесів у сільському господарстві метод потокового розділення багатofазних систем виявляється надзвичайно корисним. Особливо важливими є для таких процесів, як висушування, дегідратія, очищення та в особливості - процес подрібнення. Правильне використання методів потокового розділення багатofазних систем може дозволити покращити кінцевий результат вище перелічених процесів. Наприклад, впровадження ефективних методів подрібнення значно зменшить втрати продукту, підвищить якість та забезпечить економію енергії. Те саме стосується й інших технологічних процесів.*

*Зниження споживання енергії є критичним завданням у контексті екологічних викликів та енергетичної ефективності. Впровадження методів потокового розділення багатofазних систем може сприяти досягненню цілей, дозволяючи оптимізувати технологічні процеси та використовувати ресурси більш ефективно.*

*Загальна мета досліджень полягає у підвищенні продуктивності та сталості процесу потокового розділення при подрібненні у операціях сільськогосподарського виробництва, що має призвести до підвищення економічної ефективності та конкурентоспроможності аграрного сектору.*

***Ключові слова.** потокове розділення, подрібнення, розділення, багатofазна система, ефективність, пластинчастий класифікатор.*

***Annotation.** The article considers the actual problem of intensification of technological processes and reduction of consumed energy in modern agricultural production. The main attention is paid to methods of flow separation of multiphase systems. To optimize various technological processes in agriculture, the method of flow separation of multiphase systems is extremely useful. They are especially important for such processes as drying, dehydration, cleaning and, in particular, the grinding process. The correct use of methods of flow separation of multiphase systems can improve the final result of the processes listed above. For example, the implementation of efficient grinding methods will significantly reduce product losses,*

---

<sup>19</sup>Науковий керівник – к.т.н., старший викладач Луц П.М., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.



*increase quality and ensure energy savings. The same applies to other technological processes.*

*Reducing energy consumption is a critical task in the context of environmental challenges and energy efficiency. The implementation of methods of flow separation of multiphase systems can contribute to the achievement of goals, allowing to optimize technological processes and use resources more efficiently.*

*The general purpose of the research is to increase the productivity and sustainability of the process of flow separation when grinding in agricultural production operations, which should lead to an increase in the economic efficiency and competitiveness of the agricultural sector..*

**Keywords:** *flow separation, grinding, separation, multiphase system, efficiency, plate classifier.*

**Вступ.** Експериментальні та теоретичні дослідження, промислові випробування та впровадження останніх років показують, що серед нових розробок важливе місце можуть займати процеси та апарати, в яких використовується потоковий спосіб розділення багатофазних систем. Під поточним розділенням розуміються динамічні процеси руху багатофазних потоків у каналах з поверхнями для розділення і з безперервним відведенням через них суцільної фази. Спосіб потокового розділення дозволяє вдосконалювати багато технологічних процесів і може бути використаний для висушування, очищення потоків від твердих включень, видалення краплинної вологи та у процесі подрібнення матеріалів сільськогосподарського призначення.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо використання способу потокової класифікації твердих матеріалів у процесі їх подрібнення. Конструкції поточних відцентрових сепараторів останнім часом успішно впроваджуються на багатьох підприємствах аграрної промисловості. Поточе подрібнення можна широко використовувати для розділення матеріалів на більш дрібні фракції, яке є одним з найбільш енергоємних процесів. Цей процес широко використовується в хімічній та гірничорудній промисловостях та сільському господарстві, а саме при виробництві будівельних матеріалів, помелі зернових та ін.. Потужність приводу барабанних кульових млинів сягає 8000 кВт, а ККД їх, в той же час, складає менше одного відсотка. Тому останнім часом в відкритій літературі з'явилося багато робіт, присвячених проблемі зниження енерговитрат при подрібненні []. В даний час, як теоретично, так і експериментально, доведено, що найменші енерговитрати для подрібнення досягаються при ударному навантаженні на матеріал. Іншими словами, найбільшими перевагами при подрібненні твердих матеріалів є використання подрібнювачів ударної дії. Наступним напрямком зниження енерговитрат при подрібненні є те, що готовий продукт, отриманий у процесі подрібнення, повинен безперервно видалятися із зони подрібнення. Найбільш ефективно безперервне видалення готового продукту з зони подрібнення і одночасне здійснення потокової класифікації. При цьому дрібні частинки матеріалу безперервно видаляються, а великі залишаються в зоні подрібнення.

У якості класифікатора для потокового розділення матеріалу на фракції можуть виступати різноманітні технологічні пристрої та системи. Можливі варіанти представлені у таблиці 1:

**Таблиця 1.**

**Класифікатори для потокового розділення матерів на фракції.**

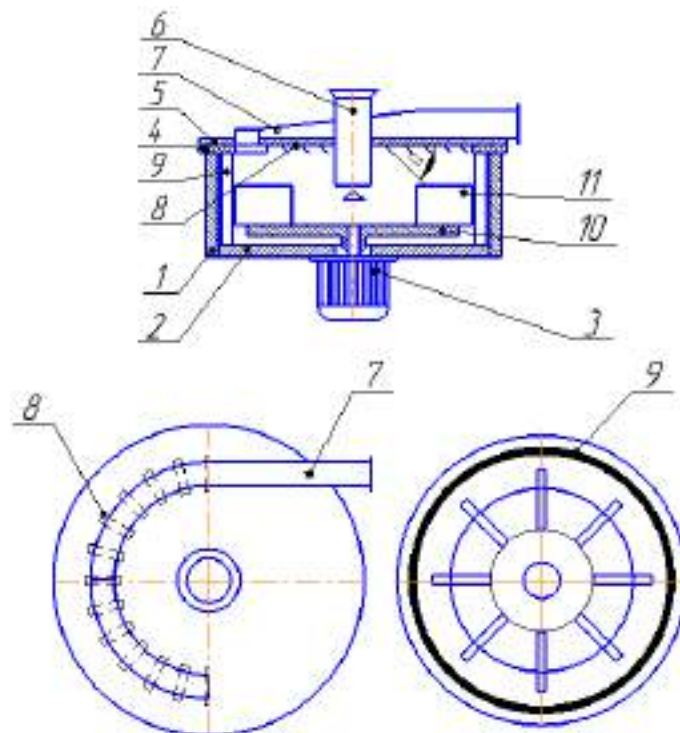
Сита та вібраційні сита	Використовують для відокремлення матеріалів на основі розміру частинок. Сита з різними розмірами отворів розділяють матеріал на дві та більше фракцій.
Центрифуги	Використовуються для відокремлення компонентів за допомогою відцентрових сил. Можуть бути ефективними для розділення різних фракцій в рідких або густих системах.
Пневматичні сепаратори	Використовують потік повітря для розділення матеріалів на основі їхньої густини або розміру. Це є достатньо ефективним для відокремлення легких та важких компонентів.
Магнітні сепаратори	Використовують для відокремлення матеріалів на основі їхніх магнітних властивостей. Застосовується для розділення матеріалів, що включають металеві компоненти.
Гідроциклони, циклони	Використовуються для відокремлення матеріалів за допомогою обертального руху. Гідроциклони можуть бути ефективними для розділення сумішей рідин і твердих часток.
Електростатичні сепаратори	Використовують для відокремлення матеріалів на основі різної електропровідності. Застосовуються для розділення матеріалів, які мають різну електричну природу.
Гравітаційні сепаратори	Використовуються для відокремлення матеріалів на основі різниці в густині. Гравітаційні сепаратори можуть бути ефективними для розділення матеріалів, які мають різну густину.
Флотаційні установки	Використовують для відокремлення матеріалів на основі їхньої гідрофобності. Флотаційні установки можуть бути важливими для обробки руд та мінералів.

Для використання у розробленому подрібнювачі запропоновано до використання механічний пластинчастий класифікатор. Схему подрібнювача із пластинчастим потоковим класифікатором наведено на рис. 1.

Даний подрібнювач складається з циліндричного корпусу 1 з днищем 2, до якого за допомогою болтів кріпиться електродвигун 3. У верхній частині корпусу 1 приварений фланець 4, до якого за допомогою болтів кріпиться кришка 5. По центру кришки 5 жорстко закріплений патрубок 6 подачі матеріалу в подрібнювач. На периферії кришки 5 є коаксіальний канал, якого зверху приварений спіралеподібний розвантажувальний патрубок 7. Знизу під коаксіальним каналом кришки 5 кріпляться відбійні пластини 8 класифікатора. Пластини 8 встановлюються похило під кутом 45° до площини 5 кришки по напрямку обертання робочого колеса. В середині корпусу 1 встановлені відбивні стрижні 9, виготовлені із зносостійкої сталі. По центру подрібнювача на вал насаджено диск 10 з робочими лопатями 11.

При роботі подрібнювача електродвигун 3 обертає робочий диск 10 з коловою швидкістю по кінцях лопатей 11 не менше 50 м/с. Матеріал що подрібнюється через живильний патрубок 6 подається рівномірно в центральну

частину подрібнювача і потрапляє на диск 10. За рахунок відцентрової сили матеріал розкидається на периферію. Частинки матеріалу рівномірно тонким шаром розподіляються по лопатях 11 і, зриваючись з них, вдаряються у відбивні стрижні 9, що призводить до їх розбивання.



**Рисунок 1. Роторно-відцентровий подрібнювач із потоковим пластинчастим класифікатором: 1 – корпус; 2 – днище; 3 – електродвигун; 4 – фланець; 5 – кришка; 6 – живильний патрубок; 7 - розвантажувальний патрубок; 8 – відбивні пластини; 9 - відбивні стрижні; 10 – диск; 11 – лопать.**

Через патрубок 6, окрім матеріалу, до подрібнювача також надходить повітря. У подрібнювачі повітря підхоплюється лопатями 11 та отримує біля стінки корпусу 1 обертального руху, піднімаючись вгору одночасно підхоплює частинки подрібненого матеріалу. Повітря разом із частинками подрібненого матеріалу потрапляють в спіральний випускний фланець 7, а звідти - в циклон для відокремлення твердої фракції від повітряного потоку. Аерозольний потік на вході в спіральний випускний фланець 7 проходить крізь зазори між відбивними пластинами 8. Оскільки потік підходить до коаксіального каналу по спіралі, то проходячи вгору між відбивачами класифікатора змінюється траєкторія його руху. У цьому випадку великі частинки неподрібненого матеріалу, рухаючись за інерцією, вдаряються о відбивачі проточного класифікатора та відбиваються вниз і потрапляють під удар лопатей, а дрібні частинки разом із повітряним потоком виносяться до циклону.

Отже, в даній конструкції подрібнювача здійснюється безперервне видалення подрібненого матеріалу з зони подрібнення і повернення великих частинок для продовження подальшого подрібнення. Виконуючі зміну зазору між відбивними стержнями подрібнювача, можливо досягти будь-якого ступеня подрібнення готового продукту.

**Висновок.** Роторно-відцентрові подрібнювачі з потоковою класифікацією наведеної конструкції, можна широко використовувати для подрібнення сільськогосподарських матеріалів а також деяких будівельних матеріалів, що показали високу якість подрібнення продукту при низькому споживанні електроенергії. Крім того, роторно-відцентровий подрібнювач може знайти широке застосування при вологому подрібненні різних матеріалів. Останній напрямок є досить перспективним, оскільки в останні роки широко вивчається науковцями. Наведені приклади свідчать про можливість використання потокового методу розділення багатофазних систем, що суттєво підвищить інтенсивність багатьох технологічних процесів та зменшить витрати енергії при значному скороченні капіталовкладень.

### Список використаних джерел

1. Ковбаса В.П., Швайко В.М., Гуцол О.П. Механіка сільськогосподарських матеріалів та середовищ : навч. посіб.; за ред. проф. Ковбаси В. П. Ніжин : ПП Лисенко М.М., 2015. 536 с.
2. Калетнік Г.М., Цуркан О.В. Статичні умови сипкого середовища. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. № 4 (95). С. 5-15.
3. Солоня О.В. Статика взаємодії абсолютно твердих тіл із сипучим середовищем. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2018. № 3 (90). С. 105-116.
4. Твердохліб І.В. Динаміка руху частинки в сипкому зерновому середовищі. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. № 3 (86). С. 128-135.
5. Купчук І.М. Обґрунтування режимних параметрів процесу подрібнення зернової крохмалевмісної сировини спиртової промисловості. *Наукові праці ОНАХТ. Серія: Технічні науки*. 2014. № 46. С. 231-235.

**Юлія ЗЕЛІНСЬКА<sup>20</sup>**,  
студентка 3 курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ РУХУ ФРЕЗЕРНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ПРИ РОЗПУШУВАННІ ПРИСТОВБУРНИХ СМУГ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ

**Анотація.** В статті розглянуто кінематику руху фрезерного робочого органу при розпушуванні пристовбурних смуг плодових насаджень. Дослідження направлені на обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень, які забезпечують якісне

---

<sup>20</sup>Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

розпушування ґрунту в пристовбурні смугі і рівномірний розподіл мульчі трав'яної рослинності на поверхні розпушеної ділянки. Отримано аналітичні залежності, що дозволяють визначити траєкторію руху, кінематичний режим роботи, окружну швидкість обертання фрези, подачу та кут установки ножа фрези.

**Ключові слова.** ґрунт, фреза, сад, робочий орган, розпушування, ніж, подача, енергоємність, продуктивність, якість.

**Annotation.** The article examines the kinematics of the movement of the milling working body during loosening of the near-stem strips of fruit plantations. The research is aimed at substantiating the structural and technological parameters and modes of operation of the unit for the care of inter-row and near-stem strips of fruit plantations, which ensure high-quality loosening of the soil in the near-stem strips and uniform distribution of grass vegetation mulch on the surface of the loosened area. Analytical dependences were obtained that allow to determine the trajectory of movement, kinematic mode of operation, circumferential speed of rotation of the milling cutter, feed and installation angle of the cutter knife.

**Keywords.** soil, cutter, garden, working body, loosening, knife, feed, energy intensity, productivity, quality.

**Вступ.** З метою подальшого збільшення виробництва плодової продукції перспективними планами розвитку сільського господарства України передбачається закладка нових садів інтенсивного і суперінтенсивного типів [1].

В даний час виробництвом плодів на схилових землях займаються як великі корпорації, так середній і малий бізнес. Одна з проблем, з якими стикаються виробники плодів - це нестача техніки по догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодкових насаджень. Більшість садівничих господарств мають у своєму розпорядженні в основному вітчизняну техніку для обробітку ґрунту, що складається зі старих, малопродуктивних одноопераційних машин, відсутні фрезерні агрегати для пристовбурної культивуації в садах [2, 3].

У той же час гостро стоять питання мінімізації обробітку ґрунту, прискореного створення гумусового шару в пристовбурних смугах молодих дерев, захисту схилів від ерозії і відтворення ґрунтової родючості.

У зв'язку з викладеним, удосконалення технології та розробка нової конструкції агрегату, що забезпечує виконання декількох взаємопов'язаних технологічних операцій для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодкових насаджень, збереження і підвищення родючості ґрунтів на схилових землях є актуальною.

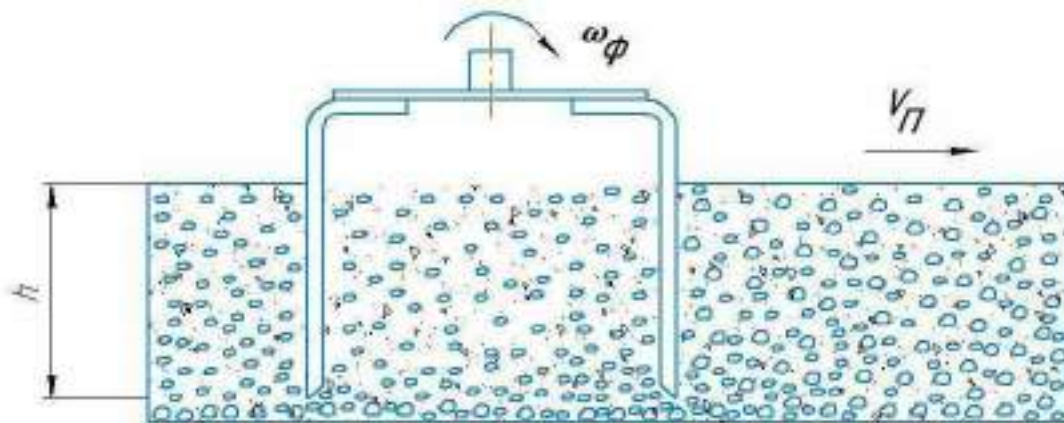
**Виклад основного матеріалу.** Якісний обробіток міжрядь і пристовбурних смуг є найважливішим елементом, що забезпечує підвищення продуктивності плодкових насаджень. Вона здійснюється дискуванням. Найбільшого поширення набули машини з пасивними робочими органами, що забезпечують задовільну якість розпушування тільки при спілому стані ґрунту. У разі ж обробки ґрунтів з низькою вологістю необхідної якості

розпушування ґрунту досягти не вдається. В результаті такого обробітку утворюються брили, знижується глибина дискування. Наслідком цього є інтенсивне випаровування ґрунтової вологи, погіршуються умови для розвитку плодкових культур.

Зазначені недоліки можна усунути шляхом застосування фрезерних робочих органів.

Ефективність розпушування ґрунту головним чином визначається геометричною формою робочих органів [4, 5].

В процесі прямолінійного і рівномірного руху машини зі швидкістю  $V_{\Pi}$  і рівномірного обертання фрези з кутовою швидкістю  $\omega_{\phi}$  (рис. 1) точки ножа описують траєкторію у вигляді циклоїди [5].



**Рис. 1. Технологічний процес роботи фрези**

Найбільш віддалені від осі обертання фрези точки ножа здійснюють рух відповідно до рівняння (в параметричній формі):

$$\{X = V_{\Pi}t + r_H \cos(\omega_{\phi}t), \quad (1)$$

де  $t$  – час, с;  $r_H$  – радіус ножа фрези;  $\omega_{\phi}$  – кутова швидкість обертів робочого органа,  $\text{с}^{-1}$

Виключивши з цих рівнянь час, отримаємо рівняння руху ножа:

$$Y = r_H - r_H \sin(\omega_{\phi}t) \quad (2)$$

Після деяких перетворень з виразу (2.2) отримаємо:

$$t = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{r_H - y}{r_H} \quad (3)$$

Підставивши значення часу з виразу (3) в рівняння (1) для  $X$ , отримаємо:

$$X = \frac{V_{\Pi}}{\omega_{\phi}} \arcsin \frac{r_H - y}{r_H} + \sqrt{2r_H y - y^2} \quad (4)$$

Вид кривої (циклоїди) залежить від співвідношення колової  $V_{окр}$  і поступальної  $V_{\Pi}$  швидкостей – кінематичного показника:

$$\lambda = \frac{V_{\text{ОКР}}}{V_{\text{П}}} \quad (5)$$

Ротаційні ґрунтообробні машини характеризуються  $\lambda > 1$  і траєкторія руху їх робочих органів - подовжена циклоїда або трахоїда (рис. 2) [5].

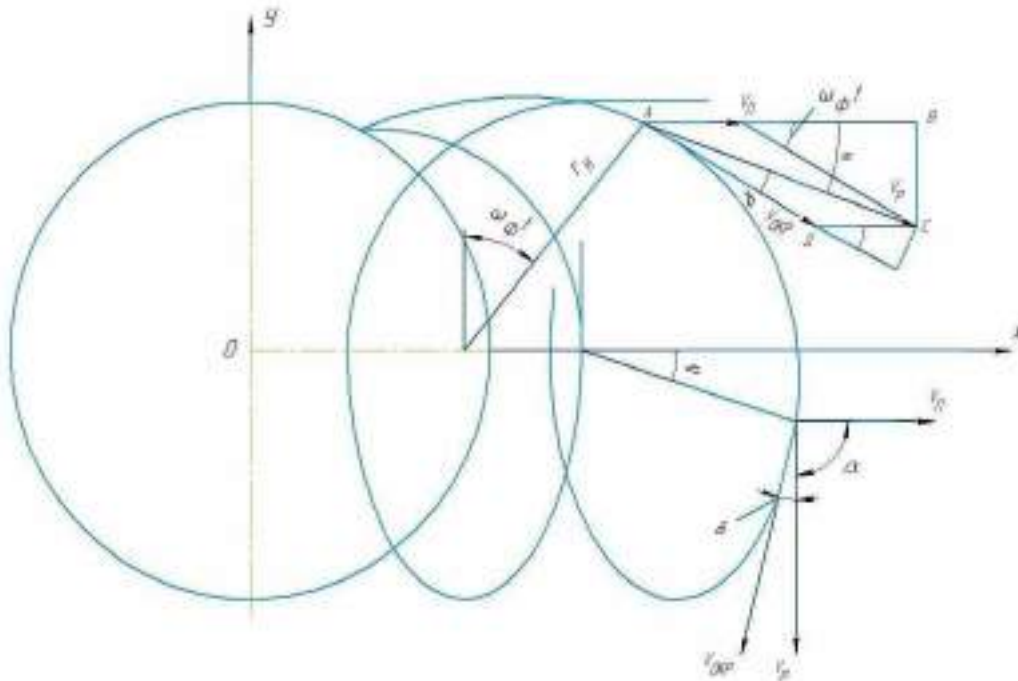


Рис. 2. Схема до визначення кінематичних показників фрезерного робочого органу

В процесі роботи ніж фрези рухається то в твердому, то в розпушеному ґрунтовому шарі. Розмір проникнення ріжучого інструменту і утворених при цьому ґрунтових грудок визначаються формою робочого органу, глибиною обробітку тощо.

Аналізуючи практику використання ґрунтообробних фрез можна зробити висновок, що енергетичні та агротехнічні показники їх роботи визначаються, головним чином, процесом різання ґрунтової стружки.

Енергетичні показники роботи ґрунтообробних фрез визначаються напрямком і величиною швидкості різання, зусилля різання, а також формою і розмірами зрізаної ґрунтової стружки [5].

Диференціюючи рівняння (4) за часом з метою визначити швидкість різання і абсолютну швидкість пересування фрезерного робочого органу:

$$\left\{ V_x = \frac{dx}{dt} = V_{\text{П}} - r_H \omega_{\phi} \sin(\omega_{\phi} t), \right. \quad (6)$$

Тоді величина абсолютної швидкості ножа з урахуванням виразу (6) складе:

$$V_p = V_{\text{П}} \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \sin(\omega_{\phi} t)} \quad (7)$$

Аналізуючи залежність (7) можна зробити висновок, що величина швидкості різання і її напрямок визначаються кутом повороту фрезерного робочого органу  $\omega_{\phi} t$  і показником кінематичного режиму  $\lambda$ .

Для забезпечення якісного розпушування ґрунту значення найменшої окружної швидкості ножа повинно перевищувати критичну швидкість (швидкість руйнування ґрунтових грудок) [2]:

$$V_{\text{ОКР}} = \sigma_{\text{п}} \sqrt{\frac{J_p + m_k r_{\text{ш}}^2}{3EJ_p \rho_k (1 - k^2)}} + V_{\text{п}} \quad (8)$$

де  $\sigma_{\text{п}}$  – межа міцності ґрунтової частинки, Па;  $J_p$  – момент інерції ротора, кг·м<sup>2</sup>;  $m_k$  – маса ґрунтової частинки, кг;  $E$  – модуль пружності ґрунтової частинки, Па;  $k$  – коефіцієнт відновлення ґрунтової частинки;  $\rho_k$  – щільність ґрунтової частинки, кг/м<sup>3</sup>;

В результаті розрахунків з використанням виразу (8) встановлено, що якісне розпушування ґрунту можливо при наступних параметрах: окружна швидкість фрези 4,77 м/с; число обертів фрези 387 об/хв.

Згідно рис. 3, напрямок швидкості різання залежить від кутів  $\alpha$  і  $\delta$

$$a + \delta = \omega_{\phi} t \quad (9)$$

З рис. 2 видно (трикутника  $ABC$  і  $ACD$ ):

$$a = \arctg \frac{\sin(\omega_{\phi} t)}{\frac{1}{\lambda} + \cos(\omega_{\phi} t)} \quad (10)$$

$$\delta = \arctg \frac{\sin(\omega_{\phi} t)}{\lambda + \cos(\omega_{\phi} t)} \quad (11)$$

Аналіз виразів (10) і (11) і побудованих по ним залежностей  $\alpha = f(\omega_{\phi} t, \lambda)$ ,  $\delta = f(\omega_{\phi} t, \lambda)$  свідчить про те, що зміна кута повороту  $\omega_{\phi} t$  від  $0^\circ$  до  $180^\circ$  кут  $\alpha$ , змінюється в таких межах:

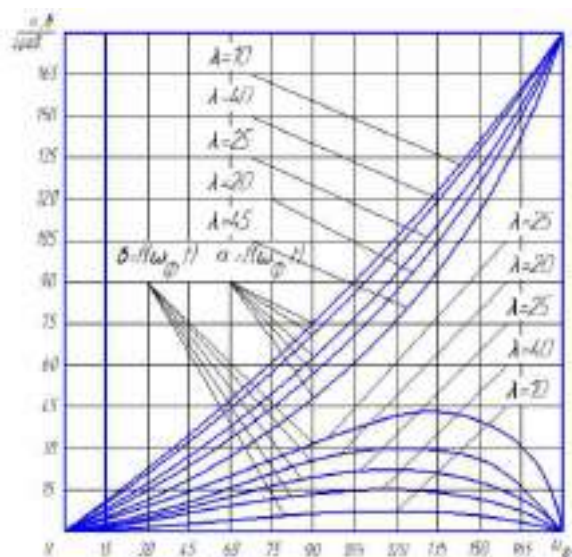


Рис. 3. Залежність кутів  $\alpha$  і  $\delta$  від зміни кута повороту  $\phi t$  при різних значеннях  $\lambda$

Причому величина кута  $\alpha = 90^\circ$  при визначених граничних значеннях кута повороту  $\phi t = \phi t_1$  (коли проекція швидкості різання  $V_{\text{п}}$  на вісь  $X$  дорівнює нулю),



що визначаються показником  $\lambda$ .

При  $\lambda < 10$  залежність  $\alpha = f(\phi t, \lambda)$  близька до лінійної.

Кут  $\delta$  максимальний при  $\phi t = \phi t_1$  і при будь-яких значеннях кута повороту  $\phi t$  завжди менший  $90^\circ$ . Збільшення показника  $\lambda$  веде до зменшення значення  $\delta$  до нуля.

Для збільшення величини граничного кута  $\phi t$  скористаємось виразом (5), враховуючи, що  $\phi t = \phi t_1$ , при  $\alpha = 90^\circ$ .

$$\omega_{\phi t_1} = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{V_{II}}{V_0} \quad (12)$$

Приймаючи до уваги, що  $\frac{V_{II}}{V_0} = \frac{1}{\lambda}$ , і з урахуванням виразу (12) з виразу (10), маємо:

$$\alpha = \arctg \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda}\right)}{\frac{1}{\lambda} + \cos\left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda}\right)} = \arctg \frac{\cos \arcsin \frac{1}{\lambda}}{0} \quad (13)$$

Тобто  $\alpha = 90^\circ$

З урахуванням виразу (12) та (9) маємо:

$$\delta = \arcsin \frac{1}{\lambda} \quad (14)$$

Залежність  $\square_{\phi t_1} = f(\lambda)$  (рис. 4) свідчить про те, що при зміні  $\lambda$  від 2 до 8 (діапазон який представляє найбільший інтерес для практики) значення  $\square_{\phi t}$  змінюється від  $120$  до  $92^\circ$ .

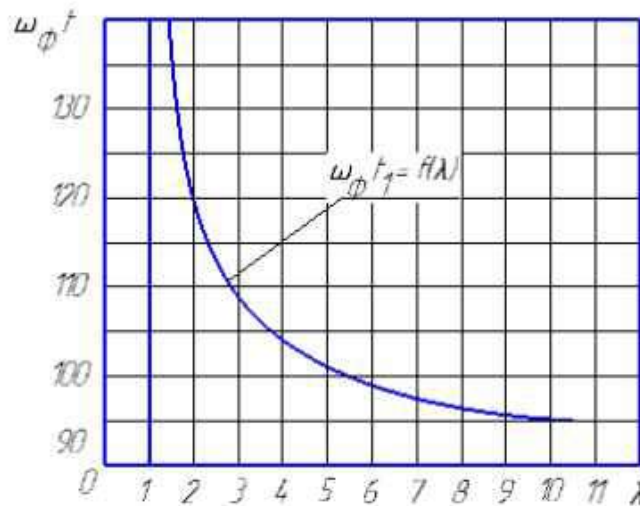


Рис. 4. Залежність величин граничного кута від показника  $\lambda$

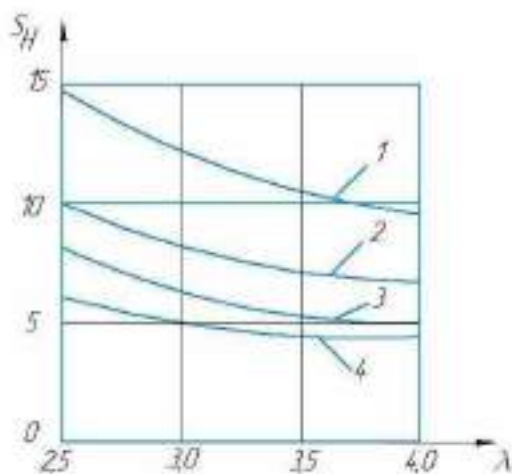
Одним із параметрів ротаційних робочих органів є - якість кришення ґрунту і подача на ніж [3, 5]. Подачу на ніж визначають по виразу:

$$S_H = \frac{2\pi r_H}{\lambda z_H} \quad (15)$$

де  $z_H$  – кількість ножів, шт.

Аналіз виразу (15) показує, що подача на ніж залежить від радіуса фрези, числа ножів і кінематичного режиму.

Аналізуючи вплив на величину подачі на ніж кількості ножів і кінематичного режиму (рис. 5) (при радіусі фрези 0,1175 м) можна зробити висновок, що збільшення кінематичного режиму і кількості ножів веде до зменшення подачі на ніж і навпаки.



1 —  $z_H = 2$ ; 2 —  $z_H = 3$ ; 3 —  $z_H = 4$ ; 4 —  $z_H = 5$

Рис. 5. Залежність подачі на ніж від кількості ножів і кінематичного режиму

Кут установки ножа може бути розрахований по виразу:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{b_H}{2r_H}\right), \quad (16)$$

де  $b_H$  — ширина ножа, м.

При  $z_H = 2$  шт,  $\lambda = 2,96$ ,  $b_H = 0,04$  м.,  $r_H = 0,1175$  по виразу (9) отримаємо, що  $\alpha = 60^\circ$ .

**Висновки.** Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено раціональні значення основних конструктивних параметрів і режимів роботи фрези, що роблять найбільший вплив на якість роботи фрезерного робочого органу.

#### Список використаних джерел

1. Руткевич В.С. Розробка косарки для мульчування пристовбурних смуг дерев в інтенсивних садах. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 18–25.
2. Rutkevych V.S. Development of mulchers branch of fruit trees between the rows of an intensive garden. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 3 (102). С. 22–27.
3. Серета Л.П., Купчук І.М., Ковальчук Д.А., Замрій М.А. Розробка пристрою для фрезерного обробітку ґрунту з одночасним внесенням добрив *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №1(112). С. 152 –161.
4. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2019. 234 с.
5. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк М.В. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

Вадим ДЕМА<sup>21</sup>,  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТУ В ПРОЦЕСІ МЕТАНОВОГО ЗБРОДЖУВАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ВІДХОДІВ

*Анотація.* Пошук альтернативних джерел сировини для виробництва енергії невпинно зростає і наразі актуальним є питання збільшення частки відновних джерел в енергобалансі країни. Одним із перспективних напрямів є переробка біомаси з відходів тваринництва, тобто гнойова біомаса тваринницьких ферм та комплексів.

Гній містить значний потенціал отримання енергії, оскільки запас сонячної енергії, що міститься в біомасі рослинних кормів, використовується малоефективно. Біогаз може бути використаний в якості палива для двигунів внутрішнього згоряння або подаватись в електромережу до споживачів. Біогаз, що отримується в процесі анаеробного збродження гною та інших придатних для цього органічних відходів, є не тільки відновлюваним джерелом енергії, але й екологічним методом переробки та утилізації цих відходів в органічне добриво.

Дані дослідження проводилися в рамках наукової тематики «Дослідження шляхів оптимізації продуктивності технологічного процесу виробництва складних ефірів жирних кислот для дизельного біопалива» (Номер державної реєстрації: 0122U002187 від 30.03.2022 р.).

**Ключові слова.** Біомаса, біовідходи тваринництва, бродіння, паливо, біометанол, біодизель, біогаз, ферментація.

*Annotation.* The search for alternative sources of raw materials for energy production is constantly growing, and the issue of increasing the share of renewable sources in the country's energy balance is currently relevant. One of the promising directions is the processing of biomass from livestock waste, i.e. manure biomass of livestock farms and complexes.

Manure contains a significant potential for obtaining energy, since the reserve of solar energy contained in the biomass of plant fodder is used inefficiently. Biogas can be used as fuel for internal combustion engines or fed into the electricity grid to consumers. Biogas, obtained in the process of anaerobic fermentation of manure and other suitable organic waste, is not only a renewable source of energy, but also an ecological method of processing and utilization of this waste into organic fertilizer.

These studies were conducted within the framework of the scientific topic "Investigation of ways to optimize the productivity of the technological process of the

---

<sup>21</sup>Науковий керівник - к.т.н., доцент Труханська О.О. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ.

*production of complex esters of fatty acids for diesel biofuel" (State registration number: 0122U002187 dated 30.03.2022).*

**Keywords.** *Biomass, fermentation, fuel, biomethanol, biodiesel, biogas, fermentation.*

**Вступ.** Актуальність виробництва біогазу з відходів сільського господарства полягає в його значущому внеску у сталий розвиток та має наступні важливі аспекти.

Енергетична ефективність: виробництво біогазу з відходів сільського господарства дає можливість отримувати енергію з відновлюваних джерел. Це сприяє різноманіттю енергетичних джерел і зменшенню залежності від несталих джерел, таких як нафта чи природний газ [1].

Зменшення викидів парникових газів: використання біогазу допомагає зменшити викиди парникових газів, оскільки він виробляється з органічних матеріалів і зменшує потребу у спалюванні вугілля та інших викидних джерел енергії [1, 3].

Відновлення ґрунту та добриво: в процесі виробництва біогазу сільськогосподарські відходи переробляються в анаеробних умовах. Це може призводити до вироблення відходів, які можна використовувати як органічне добриво для поліпшення якості ґрунту [1, 3].

Соціальний аспект: виробництво біогазу може створити нові робочі місця та сприяти економічному розвитку сільськогосподарського виробництва у регіонах.

Зменшення витрат на утилізацію відходів: використання відходів сільського господарства для виробництва біогазу може зменшити витрати на їх утилізацію та сміттєзвалища, що сприяє більш раціональному використанню ресурсів [1, 3, 6].

Стале постачання енергії: Біогаз може бути вироблений протягом усього року, забезпечуючи стале постачання енергії, навіть у сільських районах.

Таким чином, виробництво біогазу з відходів сільського господарства відіграє ключову роль у досягненні сталого розвитку, сприяє захисту навколишнього середовища.

**Виклад основного матеріалу.** Метою роботи є дослідження процесу виробництва біогазу з відходів тваринництва для отримання енергії з відновлюваних джерел і зменшення залежності від несталих джерел.

Ступінь розпаду органічної речовини сільськогосподарських відходів у більшій мірі залежить від складу сировини, від того, скільки в ній біонерозкладної фракції. Відомо, що біорозкладання гною ВРХ становить 60-70 %, пташиного посліду – до 87 %, а гною свиней – 90 % (табл. 1) [3].

На практиці отримання такого високого ступеню розпаду недоцільно. Ступінь розпаду для різних відходів змінюється в залежності від складу сировини, оптимальності протікання процесу, температурного режиму процесу, наявності інгібіторів та каталізаторів процесу. Для сировини, що переробляється в умовах мезофільного режиму, час, за який виділяється найбільша частина біогазу, становить близько двох тижнів [1-3].

**Таблиця 1****Фізико-хімічні характеристики гнойових відходів ВРХ [3]**

Показник	Значення показника, % до сухої речовини	
	min	max
Органічна маса	77	85
Лігнін	16	30
Азот (N)	1.9	6.5
Співвідношення вуглецю до азоту (C / N)	9	15
Фосфор (P)	0.2	1.1
Калій (K)	1.0	2.4
Целюлоза	27.6	50.3
Магній (Mg)	0.5	0.6

З даних (табл. 1) видно, що гнойова маса ВРХ придатна для утилізації з подальшим отриманням біогазу. Проте варто зауважити, що дані значення можуть змінюватись в залежності від способів годівлі, утримання та видалення гною [4].

Біогаз, як різновид біопалива, отриманий за допомогою анаеробної ферментації біомаси, і який технологічними процесами доведений до характеристик природного газу згідно нормативно-технічного документа ДСТУ ISO 13443:2015 «Гази горючі природні для промислового і комунально-побутового призначення» має відповідати вимогам [7, 8].

Швидкість окисно-відновних реакцій в процесі метанового бродіння залежить від : дотримання температурного режиму; наявності поживних речовин для бактерій; дотримання рН; вибору терміну тривалості зброджування і своєчасного завантаження і вивантаження сировини; регулярного перемішування; забезпечення достатньої вологості сировини; відсутності інгібіторів процесу (табл. 2) [3].

**Таблиця 2****Гранично допустимі концентрації інгібіторів в гнойовій біомасі**

Інгібітори	Гранично допустимі концентрації, мг/л
Амоній сірчаноокислий	5
Свинець	50
Ацетон	800
Ціаністи з'єднання	30
Спирт	100
Метанол	500
Бензол	200

Оскільки горюча частина біогазу складається з метану, його відносять до сімейства природних газів. Хоча біометан поступається природньому газу своїми теплотворними властивостями, проте після проведення технологічної сепарації він може перевершувати властивості природнього газу. Чистий біометан не має запаху та кольору [5].

Біогаз дає можливість використовувати найсучасніші засоби теплоенергетики – газові турбіни. У цих установках газ згорає, приводячи у рух

турбіну, яка обертає генератор, що виробляє електроенергію. У свою чергу газоподібні продукти згорання потім прямують в казан для нагрівання води і здобуття пари, яка може бути використаний в промисловості або для додаткового виробництва енергії [3, 5].

Одержуваний біогаз переважно використовується в теплоенергетичних установках, змонтованих поряд з біогазовими установками. Частково тепло використовується для виробничих процесів, але більша частина, як і електроенергія, розподіляється між споживачами. Біогаз може бути використаний в якості палива для двигунів внутрішнього згорання або подаватись в електромережу до споживачів. Біогаз, що отримується в процесі анаеробного зброджування гною та інших придатних для цього органічних відходів, є не тільки відновлюваним джерелом енергії, але й екологічним методом переробки та утилізації цих відходів в органічне добриво.

Метанове бродиння, як процес розкладу складних органічних речовин мікроорганізмами в анаеробних умовах, полягає в тому, що органічні речовини розкладаються поступово діючими мікроорганізмами анаеробними бактеріями. Бродиння проходить у декілька стадій, протягом яких спочатку бактерії-гідролітики, потім кислотогені та ацетогені мікроорганізми перетворюють складні полімерні сполуки в більш прості з'єднання, такі як ацетат, метанол, водень, діоксид вуглецю, аміак, сірководень, які є субстратами для метаногенів [3-6].

Кінцевий етап, цього складного процесу здійснюють метаноутворюючі бактерії або метаногени. Кінцевим продуктом розпаду біомаси є утворення метану та діоксиду вуглецю.

**Висновки.** Проаналізовано фізико-хімічні властивості і охарактеризовано біологічний агент та біохімічні основи процесу метанового зброджування тваринницьких біовідходів.

Для нормальної життєдіяльності метаногенів - метанових бактерій необхідні макро- та мікроелементи (калій, натрій, кальцій, кобальт, мідь, бор, цинк, молібден), та оптимум температур, однак високі концентрації мікроелементів можуть мати на них токсичний вплив. Температурний режим для психофільних мікроорганізмів знаходиться в діапазоні  $< 25^{\circ}\text{C}$ . Більша частина метаногенів має оптимум росту в мезофільному ( $25-40^{\circ}\text{C}$ ) та термофільному ( $40-60^{\circ}\text{C}$ ) діапазонах. Переходи між температурними діапазонами являються плавними і мікроорганізмам шкодить, в першу чергу, швидка зміна температури, і навпаки, метаногени можуть у випадку плавної зміни температури пристосуватися до різних її рівнів. Тому для стабільності процесу важлива абсолютна сталість температури.

#### **Список використаних джерел**

1. Калетнік Г.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: навч. посібник. К: Аграрна наука, 2010. 327 с.
2. Анісімов В.Ф., Труханська О.О., Швець Л.В. Розпізнавання технічного стану автотракторних дизелів по малих відхиленнях параметрів: монографія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ТВОРИ, 2022. 176 с.

3. Токарчук Д.М. Виробництво і використання біогазу в Україні: економічні і соціальні перспективи. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету*, 2013. Збірник 22. Том 3. С. 338-346.

4. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні. *Біоенергетика*, 2013, 1. С.11-16.

5. Liebetrau, J. Messmethoden sammlung Biogas: Methoden zur Bestimmung von analytischen und prozessbeschreibenden Parametern im Biogasbereich. / J. Liebetrau, D. Pfeiffer, D. Thrän. Leipzig: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. November 2013, 2. 212 p. Auflage (Aktualisierung: 24.02.2015).

6. Fleming J.G. Novel simulation of anaerobic digestion using computational fluid dynamics. J.G. Fleming. Department of Mechanical Engineering North Carolina State University. 2022. 134 p.

7. ДСТУ 7721:2015 «Газоподібне паливо. Біогаз. Технічні вимоги і методи контролю». [Чинний від 01.08.2016]. Вид. офіц. Київ: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України, 2015.

8. ДСТУ 4516: 2006. Поновлювані джерела енергії. Установки біогазові. [Чинний від 01.10.2007]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 8 с.

**Тарас ХМЕЛЮК<sup>22</sup>**,  
студент 3-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВИДУ СИРОВИНИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО**

***Анотація.** Біодизель є повноцінним аналогом дизельного палива, який підходить для всіх установок які використовують дизельне паливо як джерело енергії. Сировиною для біодизеля можуть бути рослинні олії або тваринні жири.*

*Кількість викидів в атмосферу продуктів згоряння палива, які є екологічно шкідливими речовинами збільшується з кожним роком, а тому проблема забруднення атмосфери продуктами згоряння палива відноситься до однієї з глобальних проблем.*

*Токсичність відпрацьованих і вихлопних газів, що викидаються в навколишнє середовище залежить, головним чином, від якості, сорту і виду вуглеводневого палива, що спалюється. Виробництво біопалива, особливо рідкого біопалива, такого як біодизель, все більше враховується в тенденціях*

---

<sup>22</sup>Науковий керівник - к.т.н., доцент Труханська О.О. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ.

розвитку транспортної галузі. Проте традиційна технологія виготовлення біодизеля з олійних рослин має ряд недоліків.

Наведено характеристику фізико-хімічних показників біодизеля. Проведено пошук та вибір оптимальних умов та ефективних методів виділення ліпідів для виробництва біодизеля.

Дані дослідження проводилися в рамках наукової тематики «Дослідження шляхів оптимізації продуктивності технологічного процесу виробництва складних ефірів жирних кислот для дизельного біопалива» (Номер державної реєстрації: 0122U002187 від 30.03.2022 р.).

**Ключові слова.** ліпіди, біодизель, біомаса, мікроорганізми, умови, біопаливо, ефір, дріжджі.

**Annotation.** Biodiesel is a complete analogue of diesel fuel, which is suitable for all installations that use diesel fuel as an energy source. The raw material for biodiesel can be vegetable oils or animal fats.

The number of emissions of fuel combustion products into the atmosphere, which are ecologically harmful substances, increases every year, and therefore the problem of atmospheric pollution by fuel combustion products is one of the global problems.

The physicochemical parameters of biodiesel are characterized. The search and selection of optimal conditions and effective methods of lipid extraction for biodiesel production was carried out.

These studies were conducted within the framework of the scientific topic "Investigation of ways to optimize the productivity of the technological process of the production of complex esters of fatty acids for diesel biofuel" (State registration number: 0122U002187 dated 30.03.2022).

**Keywords.** lipids, biodiesel, biomass, microorganisms, conditions, biofuel, ether, yeast.

**Вступ.** Глобальні проблеми екології підштовхнули людство до початку пошуку альтернативних видів палива, що спричинило початок виробництва екологічно чистих видів палив. Одним із розповсюджених видів екологічного палива є біодизель. Вибір відповідної сировини для біодизеля залежить від природних зон і виробничих умов [1].

Біодизель є повноцінним аналогом дизельного палива, який підходить для всіх установок які використовують дизельне паливо як джерело енергії.

Сировиною для біодизеля можуть бути рослинні олії або тваринні жири. На відміну від дизельного палива, в продуктах згоряння біодизеля менше сірки, сажі та оксиду вуглецю. До переваг біодизеля також відносяться: можливість застосування в дизелі без присадок, що стимулюють займання, запобігання утворенню нагару, згоряння практично без токсичних відходів, відсутність неприємного запаху, простота організації виробництва, майже повна безвідходність, біологічно нешкідливе для рослин і тварин [2].

Найпоширенішим джерелом для отримання біодизеля є олія з насіння ріпаку. Проте, даний процес залежить від кліматичних умов та родючості



ґрунтів. Відома технологія отримання біодизеля з мікроводоростей, але вона має складний процес ферментації. Саме тому актуальним є розробка технології отримання біодизеля з дріжджів (ліпідів міцеліальних грибів), які мають досить просту технологію культивування та можливість регулювати вихід продукту шляхом зміни параметрів середовища, температури, підживлення та інших факторів [3].

**Виклад основного матеріалу.** Метою дослідження є визначення вибору виду сировини для отримання біодизельного пального шляхом відновлення біомаси з ферментера.

Враховуючи велику кількість і вартість сировини, однією з поширених є відпрацьовані олії, включаючи відпрацьовану кулінарну олію, жир і мильний матеріал. Іншими побічними продуктами також можуть бути нова сировина: талова олія (побічний продукт целюлозно-паперової промисловості) та олія насіння тютюну (побічний продукт виробництва тютюнового листа).

Відпрацьовані кулінарні олії отримують після смаження продуктів харчування при високих температурах. Цей процес викликає такі хімічні реакції, як гідроліз, полімеризація та окиснення [2, 3].

Потенційно доступними для виробництва біодизельного палива є нежирні неїстівні рослинні олії, отримані з насіння ятрофи, караджі, махуа, поланги, каучуку, мильного горіха і касторової олії. Вибір цих олій залежатиме від очікуваної наявності олійного насіння в європейських країнах, Північної Америки та Азії [3].

Великі площі, необхідні для достатнього виробництва олійних культур, перешкоджають більш широкому використанню біодизельного палива. Оскільки деякі мікроорганізми здатні накопичувати олії всередині клітини з високим виходом, використанню олійних мікроорганізмів як альтернативного постачальника олії приділяється значної уваги.

Цей підхід не потребує орних земель і, можливо, дає змогу виробляти олію з багатих джерел вуглецю без конкуренції з виробництвом харчових продуктів. Основними мікроорганізмами є мікроводорості, бактерії, дріжджі та гриби [4].

Мікроводорості можуть використовувати вуглекислий газ і сонячне світло для накопичення олії в умовах навколишнього середовища [4].

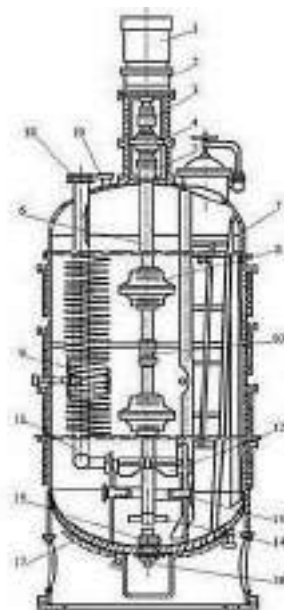
Використання дріжджів в якості сировини, дозволяє уникнути проблеми конкуренції з сільськогосподарською промисловістю (на відміну від використання ріпаку, соняшника, та інших рослин в якості сировини для отримання олії). Виробництво біопалива у закритих системах культивування (ферментерах) з використанням мікробної біомаси є більш вигідним порівняно з рослинною біомасою з точки зору незалежності від природнього освітлення та умови росту на культивування (табл. 1) [4-5].

## Потенційні джерела для виробництва біодизеля

Джерело	Вміст олійної складової (% сух. маси)	Основні ліпіди	Особливості
Відпрацьовані олії	Не вимірюється	Тригліцериди та жирні кислоти	Висока кислотність, велика кількість та низька вартість
Джерело	Вміст олійної складової (% сух. маси)	Основні ліпіди	Особливості
Неїстівна рослинна олія	28–48	Тригліцериди та жирні кислоти, ненасичені жири	Високий вміст масла і адаптація до широких агрокліматичних умов
Олієвмісні мікроорганізми			
Мікрводорості	15–77	Тригліцериди, жирні кислоти та вуглеводи	Високий рівень накопичення ліпідів і перетворення вуглекислого газу в олії
Бактерії	18–70	Жирні кислоти та ефіри воску	Висока швидкість росту та простий метод культивування
Дріжджі	25–72	Тригліцериди та жирні кислоти	Висока швидкість росту і простий метод культивування
Гриби	25–86	Жирні кислоти та незвичайні ліпіди	Висока швидкість росту та простий метод культивування

Серед описаних нижче продуцентів ліпідів найдоцільніше вибрати саме гриби, так як вони мають ряд переваг перед іншими: швидкість накопичення біомаси у міцеліальних грибів є однією з найбільших швидкостей накопичення біомаси; з точки зору культивування, процес культивування грибів є простішим ніж водоростей, так як потребує ферментерів простішої конструкції, якщо порівнювати з рослинами, то процес культивування грибів не залежить від

кліматичних умов та плодючості ґрунтів, тому він може бути більш масштабним, а ніж вирощування рослин (рис.1) [4, 5, 7].



**Рисунок 1. Ферментер барботажного типу з механічним перемішуючим пристроєм [4]:**  
**1 – електродвигун, 2 – редуктор, 3 – муфта, 4 – підшипник, 5 – торцеве ущільнення, 6 – вал, 7 – корпус, 8 – турбінна мішалка, 9 – змійовик, 10 – муфта, 11 – труба для підводу повітря, 12 – лопатева мішалка, 13 – барботер, 14 – гвинтова мішалка, 15 – опірний підшипник, 16 – штуцер для спуску, 17 – оболонка, 18 – лаз-люк, 19 – патрубок завантаження.**

Даний ферментер рекомендовано використовувати для стерильних процесів вирощування продуцентів біологічно активних речовин, що відповідає обраній технології. Співвідношення висоти та діаметра – 1,8:1.

Ферментер розрахований на стерилізацію під температурою 130-140°C. Для забезпечення стерильності процесу передбачені торцеві ущільнення вала перемішуючого пристрою з паровим захистом. За допомогою торцевого ущільнення вдається практично повністю запобігти витoku середовища або потрапляння повітря у місці виводу вала [4].

Є можливість регулювати вихід продукту змінюючи параметри середовища, температуру, підживлення та інші фактори. Біодизель виробляється переважно шляхом переестерифікації харчових олій, таких як масло ріпаку, сої, соняшнику та пальми, що призводить до конфлікту з постачанням продуктів харчування. В основі процесу синтезу біодизельного палива каталітичні реакції переестерифікації рослинних жирів або етерифікації жирних кислот, отриманих при гідролізі олій [5]. При цьому серед можливих варіантів реалізації рослинних масел і етерифікації жирних кислот в промисловому виробництві, використовуються тільки дві технології отримання біодизельного палива: за реакції переестерифікації з використанням основного гомогенного каталізатора; за реакції етерифікації з використанням гомогенного кислотного каталізатора. В обох випадках в якості агента етерифікації використовується спирт. В результаті переестерифікації жирів змінюється не

тільки їхній склад, але і в'язкість, температура плавлення (кипіння), твердість та інші фізико-хімічні властивості. [8].

Відповідно до стандарту ДСТУ EN 14214:2019 біодизельне пальне повинно відповідати показникам зазначеним у (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Фізико-хімічні показники біодизельного палива**

Назва показника	Значення показника	
	мін.	макс.
1 Масова доля ефірів, %	96,5	-
2 Густина при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	860	900
3 Кінематична в'язкість 40°C, мм <sup>2</sup> /с	3,5	5,0
4 Температура восплаходу у зачиненому тиглі, °C	120	-
5 Вміст сірки, мг/кг	-	10
6 Коксованість (10% залишка після розгонки), % мас.	-	0,30
7 Цетанове число	51,0	-
8 Масова частка сульфатної золи, %	-	0,02
9 Вміст води, мг/кг	-	500
10 Вміст механічних домішок, мг/кг	-	24

При проведенні переетерифікації олій методом алкоголізу тригліцерид реагує зі спиртом у присутності каталізатора з утворенням суміші ефірів жирних кислот і гліцерина [2-5].

На швидкість реакції значно впливає молекулярна маса спирту. Найбільша швидкість реакції з метанолом і потім зі збільшенням довжини ланцюга помітно падає. Найбільша глибина процесу (98 мас.%) досягається при застосуванні метанолу, а потім зменшується при збільшенні молекулярної маси спирту і вже для етанолу та пентанолу, що становить 35,3% та 11.5 мас.% [8].

**Висновки.** Розглянуто характеристику фізико-хімічних показників біодизеля. Вони повинні відповідати стандарту ДСТУ EN 14214:2019. Для забезпечення виробництва біодизеля використовують ферментер барботажного типу з механічним перемішуванням.

Біодизель на основі ліпідів дріжджевого гриба за рядом основних показників відповідає вимогам європейських стандартів для біодизеля і аналогічний найбільш широко використовуваному в країнах ЄС біодизелю на основі ріпакової олії. За своїм жирокислотним складом він також є найкращим,

адже має у своєму складі 75,6% ненасичених жирних кислот і ступінь ненасиченості кислот – 0,96. Для отримання біодизеля рекомендовано використовувати технологію перестерифікації метиловим спиртом у надкритичних умовах, який не потребує використання каталізатора, відповідно відсутня стадія очистки від продуктів омилення. Вихід біодизеля є вищим за вихід при традиційному методі.

### Список використаних джерел

1. Калетник Г.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: навч. посібник. К: Аграрна наука, 2010. 327 с.
2. Анісімов В.Ф., Труханська О.О., Швець Л.В. Розпізнавання технічного стану автотракторних дизелів по малих відхиленнях параметрів: монографія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ТВОРИ, 2022. 176 с.
3. Kaletnik G. Production and Use of Biofuels. Second edition, supplemented: textbook. K.: Agrarian Science, 2018. 336 p.
4. Lam, M.K., Lee, K.T., Mohamed, A.R., Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel./ Biotechnol. Adv. 2010. №28. P.500 - 518.
5. Kaletnik H., Mazur V., Gunko I., Ryaboshapka V., Bulgakov V., Raide V., Ilves R., Olt J. Study on performance of compression engine operated by biodiesel fuel. Agronomy Research. 2020. № 18 (S1). P. 862-887.
6. Fleming J.G. Novel simulation of anaerobic digestion using computational fluid dynamics. J.G. Fleming. Department of Mechanical Engineering North Carolina State University. 2022. 134 p.
7. Калетник Г. М. Розвиток світового ринку біопалива / Г. М. Калетник // Економіка та держава. 2008. № 11. С. 52-54. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde\\_2008\\_11\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2008_11_16)
8. Калетник Г.М., Скорук О.П., Токарчук Д.М. Організація і економіка використання біоресурсів: навчальний підручник (2-ге видання, перероблене і доповнене). Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТОВ «Друк». 2020.372с.

**Олександр ЖОМІР<sup>23</sup>,**  
студент 4-го курсу,  
інженерно-технологічний факультет,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### АНАЛІЗ ДРОБОСТРУМИННОГО ЗМІЦНЕННЯ

*Анотація.* Дробострумине зміцнення є важливим інженерним процесом, що використовується для підвищення міцності та стійкості

---

<sup>23</sup>Науковий керівник: асистент Єленич А.П. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ.

матеріалів, особливо в металургії та будівництві. Основи цього процесу включають в себе вплив на матеріал мікрочастинками (абразивами), які надають йому більшу міцність та опір зносу. Дробоструминне зміцнення може бути виконане різними методами, такими як піскоструминне оброблення. Цей процес використовується для поліпшення властивостей матеріалів, зокрема їхньої міцності, стійкості до корозії та зношуваності, і знаходить широке застосування в промисловості та будівництві для виготовлення деталей, які мають працювати в агресивних умовах.

**Annotation.** Shot peening is an important engineering process used to increase the strength and durability of materials, especially in metallurgy and construction. The basics of this process include impacting the material with microparticles (abrasives), which give it greater strength and wear resistance. Shot peening can be done by various methods, such as sandblasting. This process is used to improve the properties of materials, in particular their strength, resistance to corrosion and wear, and is widely used in industry and construction to manufacture parts that have to work in aggressive environments.

**Вступ.** З безпекою та якісною роботою машин пов'язаний саме якісний поверхневий шар деталей, який впливає на їхню працездатність і має фізико-механічні та геометричні параметри. При використанні деталі машин знаходяться в контакті між собою або з оточенням.

Існують експлуатаційні властивості такі як опір втоми, зносостійкість, корозійна стійкість, опір контактної втоми та іншого, від них залежить якісний поверхневий шар. Відношення характеристик якості поверхневого шару з експлуатаційними властивостями деталей говорить про те, що ідеальної поверхні потрібно бути достатньою мірою твердою, у якій повинна бути дрібнодисперсна структура, що стискають залишкові напруги, згладжена форма мікронерівностей з великою площею опорної поверхні.

Для підвищення суттєвої якості поверхневого шару деталей можна досягти, застосувавши методи що зміцнюють обробки. Методи поверхневого пластичного деформування (ППД) набули масового поширення в промисловості [1].

**Виклад основного матеріалу.** Дробоструминне зміцнення в автомобільній промисловості застосовується десятиліттями, з метою підвищення характеристик деталі на відмову. Це необхідно для збільшення питомої потужності двигуна на одиницю маси та підвищення втомних характеристик вузлів, знизити як виробничі, так і енергетичні витрати.

Г. Алмен відкрив дробоструминне зміцнення під час роботи в General Motors у 1930-х роках. Саме дробоструминне зміцнення - це процес холодної обробки, який може значно збільшити експлуатаційний ресурс комплектуючих вузлів, які зазнають інтенсивних навантажень, за рахунок створення сприятливого стискаючого шару залишкової напруги та зміни механічних властивостей металу.

Різні виробничі процеси, що використовуються в авіаційно - космічній, авіаційній, автомобільній, енергетичній та важкій промисловості, можуть

створювати напруги, що розтягують, на поверхнях деталей. Ці процеси включають фрезерування, свердління, токарне оброблення, зварювання, термічна обробка. Напряга при розтягуванні залишена на поверхні забезпечує ідеальне середовище для утворення тріщин або корозії під напругою, які починають формуватися і відповідно знижується термін служби деталей.

Основною перевагою дробоструминного зміцнення є стискаюча напруга, яка допомагає запобігти розвитку тріщин, викликаних циклічною напругою, вібрацією, стиранням та корозією, оскільки тріщини не зможуть утворюватися в середовищі стиснення після зміцнення.

У момент, коли відбувається удар по поверхні, утворюється невелика вм'ятинка, матеріал намагається повернути поверхневий шар у вихідний стан, утворюючи всю поверхню вм'ятини в область напруги, що стискає. Це замінює розтягуючу напругу в поверхні шаром, що стискає. (Рисунок 1.) [2].



*Рисунок 1. Процес утворення вм'ятин на поверхнях при дробоструминній обробці*

У цьому процесі маленькі (металеві, скляні або керамічні) кульки на високій швидкості ударяються об поверхню металевої деталі з достатньою силою для створення пластичної деформації (вм'ятини) глибиною менше 0,6 мм. Під дією ударів поверхневий шар деталі зміцнюється, знімаються залишкові напруги та дефекти механічної обробки (задирок, смуги від фрези та інші механічні дефекти поверхні).

Зрештою на деталі утворюється шар стискаючих напруг, завдяки яким продовжується термін служби деталі. Реалістичний процес зміцнення поверхонь представлений на рисунку 2.



*Рисунок 2. Процес зміцнення поверхонь деталі*

Переваги цього процесу добре зарекомендували себе, з деталями, що працюють як у сильно навантажених, так і в поганих умовах експлуатації, такими як у гоночних автомобілях "Formula 1".

У 1945 році J. Almen був випущений патент на метод вимірювання інтенсивності дробоструминної обробки. Багато хто вважає, що J. Almen є творцем сучасної дробоструминної обробки. Тест заснований на застосуванні стандартизованої вимірювальної пластини, виготовленої з листової сталі. У патенті використовується тонка металева пластина, звана пластиною «Almen» (Рисунок 3.) для вимірювання стискаючих напруг на пластині.

Ця вимірювальна пластина Almena встановлюється на плоский блок з 4 гвинтами (Рисунок 4.), а потім поміщається в Ervin Test, де обробляється дробом з використанням лічильника циклів [3].



*Рисунок 3. Пластина Almen Strips*

Ervin Test - це машина, яка імітує процес обробки дробом, що відбувається у виробництві, та оснащена лічильником для підрахунку циклів.

Після обробки дробом вимірювальна пластина Almena витягується, і утворює дугу, тому що тонкий поперечний переріз не витримує напруги, яке утворилося на поверхні пластини, виміри вигину виробляються пристроєм «Almen Gage» (Рисунок 6.) для встановлення значення напруги від ударів по поверхні деталі.

Відхилення, викликане обробкою, використовується як стандарт для розрахунку інтенсивності обробки. Таким чином можуть бути перевірені новий дріб, а також робоча суміш дробу. Так як інтенсивність абразивної обробки часто змінюється зі зростанням кількості циклів обробки, інтенсивність «Almen тесту» дана щодо числа циклів обробки, пройдених в Ervin Test машині.





*Рисунок 4. Блок J442 Almen Strip Holders*

Коли пластина піддається дробоструминній обробки, на поверхні пластини утворюються стискаючі напруги (Рисунок 5.) [4].



*Рисунок 5. Утворення дуги після дробоструминної обробки*

Вимірювання пластини проводиться пристроєм "Almen Gage" (Рис. 6.).



*Рисунок 6. Пристрій "Almen Gage"*

Almen Gage це точний пристрій, що використовується для вимірювання величини вигину металевго зразка, що називається тестовою пластиною Альмена (Almen Strip). Він оснащений відкаліброваним високоточним цифровим індикатором із пружиною низької сили, для забезпечення дуже точних та багаторазових вимірювань.

Висота дуги пластини Almen залежить від швидкості і маси ударів, тобто від кількості енергії, що передається потоком пострілу і поглинається пластиною. У міру того, як пластина досягає 10% деформації, пластину Almen повторно обробляють дробом з тією ж інтенсивністю, але вдвічі більше за часом. Якщо пластина деформується ще на 10%, виходить інтенсивність потоку вибуху. Цей процес показаний рисунку 7 [4].



Рисунок 7. Процес контролю обробки

Ціль тесту Almen:

- Перевірити та зафіксувати інтенсивність, перед виконанням першої обробки деталі;
- Перевіряє, що дробоструминна установка налаштована та працює відповідно до затверджених проектних параметрів;
- Запобігає пошкодженню дорогих деталей перед обробкою.

**Висновки.** Проведено аналіз результатів, досліджень основних процесів поверхневого пластичного деформування, який дозволяє зробити такі висновки: що гідністю методів поверхневого пластичного деформування є вплив на фізико-механічні властивості та структуру поверхневого шару деталі з метою підвищення його властивостей.

Методи ППД найбільш ефективно застосовуються в машинобудуванні, у дрібносерійному виробництві та при обробці важливих деталей, для яких потрібна корозійна стійкість, зносостійкість та ін.

Але існує ще один ефективніший метод підвищення експлуатаційних характеристик виробу, здатний покращити показник виробу за міцністю, зносостійкістю, втомною міцністю та корозійною стійкістю в 2-3 рази, а також ідеально підходить для обробки обраної деталі в даній роботі. Цим методом

ультразвукове дробострумине зміцнення, особливості, переваги, якість обробленої поверхні, екологічність методу, описано в наступному розділі.

#### **Список використаних джерел**

1. Гаврилюк В.В., Гаврилюк О.В., Гаврилюк Д.В. Дробострумине зміцнення металів і сплавів: монографія. К.: НУХТ, 2018. 160 с.

2. Гончар О.М., Сидоренко І.В., Гірин В.І. Дробострумине зміцнення: теорія, технологія, застосування. – 2-ге вид., перероб. і доп. К.: ІЗМН НАН України, 2016. 240 с.

3. Мірошниченко В.П., Сидоренко В.І., Гончар О.М. Теоретичні основи дробострумного зміцнення: монографія. К.: НУХТ, 2017. 240 с.

4. Мірошниченко В.П., Сидоренко В.І., Гончар О.М. Технологія дробострумного зміцнення: монографія. К.: НУХТ, 2017. 240 с.

НАПРЯМ

5

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА.



**Віолетта ЗАГИКА<sup>1</sup>,**  
студентка 4-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ВИКОРИСТАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН У ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ

***Анотація.** У даній статті розглядається використання лікарських рослин у ветеринарній медицині. Вона акцентує увагу на значенні трав і квітів у лікуванні тварин, а також на їхніх корисних властивостях і застосуванні. Детально розглядаються основні види лікарських рослин, які використовуються ветеринарами. Стаття має на меті підтримати усвідомлення про важливість природних препаратів в ветеринарній медицині та стимулювати подальше дослідження в цій галузі. Використання рослинних препаратів у ветеринарній медицині має багато переваг, таких як відсутність побічних ефектів, доступність та природність.*

*На основі досліджень зроблено висновок, що використання лікарських рослин у ветеринарній медицині є ефективним способом лікування тварин. Ефективність залежить, як і від інших фармакологічних засобів, наприклад, такі як - вид, вік, стать, умови утримання та годівлі, фізіологічного стану, продуктивності, умов експлуатації тварин, а також від кількості, кратності та тривалості застосування лікарської форми, набору лікарських трав.*

***Anotation.** This article discusses the use of medicinal plants in veterinary medicine. It focuses on the importance of herbs and flowers in animal treatment, as well as their beneficial properties and applications. The main types of medicinal plants used by veterinarians are examined in detail. The purpose of this article is to*

---

<sup>1</sup>Науковий керівник: кандидат ветеринарних наук, доцент Аліна Колечко

*raise awareness of the importance of natural remedies in veterinary medicine and to stimulate further research in this field. The use of plant-based remedies in veterinary medicine has many advantages, such as lack of side effects, availability, and naturalness. Based on research, it can be concluded that the use of medicinal plants in veterinary medicine is an effective method of animal treatment. Its effectiveness depends, like other pharmacological means, on factors such as species, age, gender, conditions of housing and feeding, physiological state, productivity, conditions of animal exploitation, as well as the quantity, frequency, and duration of use of the medicinal form and the composition of medicinal herbs.*

**Вступ.** Використання лікарських рослин у ветеринарній медицині є стародавнім методом лікування, який використовується протягом багатьох століть. Ветеринарна медицина використовує природні ресурси для покращення здоров'я тварин, зокрема рослинні матеріали для профілактики, лікування та підтримки їхнього здоров'я. Лікарські рослини мають багатий хімічний склад, що містить активні речовини, які можуть мати потенційну користь для тваринного організму.

Використання лікарських рослин ветеринарною медициною має свої переваги. Перш за все, природні ресурси є доступними та екологічно чистими. Лікарські рослини часто збираються в дикому стані або вирощуються на спеціальних фермах з врахуванням всіх вимог до використання зеленого лікування. Крім того, використання лікарських рослин у ветеринарній медицині може бути натуральним та безпечним альтернативним методом лікування, особливо у випадках, коли використання синтетичних препаратів може бути обмеженим або небезпечним для тварин.

Лікарські рослини ветеринарною медициною використовуються для лікування широкого спектру захворювань у тварин, включаючи запальні, інфекційні та паразитарні захворювання. Вони можуть мати протизапальну, антибактеріальну, антимікробну, протигельмінтну та імуномодулюючу дію. Деякі види рослин також можуть сприяти швидкому загоєнню ран та травм у тварин.

Усе це свідчить про важливість використання лікарських рослин у ветеринарній медицині. Використання природних ресурсів відкриває широкі можливості для покращення здоров'я тварин, зменшення використання синтетичних препаратів та збереження навколишнього середовища. Разом з тим, необхідно проводити подальші дослідження для виявлення нових перспективних лікарських рослин та розробки нових препаратів на основі них для ветеринарної медицини.

**Виклад основного матеріалу.** Рослини мають природні лікувальні властивості, які можуть бути використані у ветеринарній медицині для підтримання здоров'я тварин та вилікування різних захворювань.

Однією з найпоширеніших лікарських рослин, що використовуються у ветеринарії, є ромашка. Ромашкові квітки мають протизапальні та заспокійливі властивості, що допомагають у лікуванні запалення шкіри та порушень

травлення у тварин. Ромашкові настої також можуть бути використані для очищення ран та прискорення процесу загоєння.

Іншою популярною лікарською рослиною є алое. Гель, що міститься у листах рослини, має протизапальні та заспокійливі властивості. Він може бути використаний для заспокоєння подразненої шкіри та ран, а також у ряді інших лікувальних процедур.

Однією з найстаріших лікарських рослин у ветеринарії - це календула, також відома як ноготки. Квіти цієї рослини мають антисептичні та протизапальні властивості, які допомагають при лікуванні опіків, ран та запалень шкіри.

Загальновідомо, що часник має сильні антимікробні властивості. Часник може бути використаний для підтримання імунної системи та лікування бактеріальних та грибкових інфекцій у тварин.

Значну популярність також набуває зверобій. Листки рослини містять речовини, які мають антисептичну, протизапальну та заспокійливу дію. Зверобій може бути використаний для зняття запалення шкіри, покращення загоєння ран та підвищення імунітету тварин.

Поза цим, є багато інших лікарських рослин, які можуть бути використані у ветеринарній медицині. Однак, перед використанням будь-якої рослини для лікування тварин потрібно проконсультуватися з лікарем-ветеринаром, оскільки деякі рослини можуть бути отруйними для деяких видів тварин.

У рослин домінуючим впливом можна виділити дві групи речовин: поживні речовини (білки, жири, вуглеводи) і регулятори біохімічних процесів. Регулятори можна поділити на органічні (терпени, ефірні олії, смоли, алкалоїди, глікозиди, вітаміни, антибіотики) і неорганічні (макроелементи і мікроелементи). Далі наведено коротку характеристику органічних речовин рослинного походження, які здавна використовуються в якості лікарських засобів.

Терпени- це ненасичені вуглеводні, які входять до складу ефірних олій та смол хвойних рослин. Їх молекули включають різні кількості пов'язаних між собою залишків ізопрену. Можуть мати циклічну і ациклічну структуру. За характером поділяють на: спирти, альдегіди, кетони, кислоти. Практичне значення серед моноциклічних терпенів мають ментол і метиловий ефір оцтової кислоти (ефірна олія м'яти перцевої, валідол) та терпінгідрат (штучно гідрірований пінен, який одержують шляхом фракційної перегонки скипидару). Біциклічні терпени - камфора, яку одержують з камфорного дерева, а також полусинтетично з пихтової олії.

Діючими речовинами багатьох лікарських рослин є ефірні олії, таких як ялівець, аніс, фенхель, кмин, гірчиця, евкالیпт, аїр, звіробій та ін.

Алкалоїди- складні органічні азотовмісні речовини лужного характеру, мають складну хімічну природу, в основі якої є різні гетероциклічні ядра. Тобто, близькі за хімічною будовою алкалоїди містяться в рослинах однієї родини, інколи - в рослинах декількох родин, як наприклад ефедрин. Їх знаходження виявлено в клітинах відповідних частин рослин, до прикладу, в

квітках, плодах, листках, корі, але їх вміст піддається досить великим коливанням. Також, у рослинах в більшості зустрічається суміш декількох алкалоїдів, близьких за хімічною будовою, наприклад, в опії - більше 20. Зрідка у рослинах деяких видів знайдено всього один алкалоїд (рицинін). Будови деяких алкалоїдів має схожість з вітамінами та ферментами і це свідчить про активну участь у життєдіяльності рослин. У рослинах алкалоїди знаходяться у вигляді солей органічних (яблучної, янтарної, лимонної, щавлевої, тощо) і рідко - неорганічних кислот. Сі вони погано розчиняються у воді. Алкалоїди, за хімічною будовою, можна розглядати як похідні аміаку, у якому атоми водню заміщені гетероциклічними радикалами, вони є третинними, дуже рідко – 4-ними амінами. Але, декілька алкалоїдів мають у своїй будові кисень (нікотин, анабазин), які є рідинами, на відміну від безкисневих і в чистому вигляді є кристалічними речовинами.

Глікозиди – органічні сполуки рослинного походження, молекули яких складаються із залишку цукру (моно-, ди-, трисахариди тощо) і залишку інших органічних речовин, що не відносяться до цукрів. Цукрову частину називають гліконом, нецукристу - агліконом або геніном. Глікозиди розчиняються у воді та спирті і погано в ефірі, мають гіркий смак. Глікозиди знаходять в плодах, в корі, в коренях, в листках-рідше, але в різних клітинах з ферментами, які здійснюють їх гідроліз. При руйнуванні клітин глікозиди легко контактують з ферментами і при наявності води швидко гідролізуються. Тому процес одержання активних препаратів має неабиякі труднощі. Можна екстрагувати водою або розбавленим етиловим спиртом.

Ветеринарні фітопрепарати мають різноманітну форму випуску, таку як настої, водно-спиртові екстракти, олії, порошки, засипки, капсули та таблетки. Вони можуть бути використані для лікування або попередження різноманітних захворювань у тварин, а також для загального зміцнення організму та підтримки його функціонування. Фітопрепарати відіграють важливу роль у ветеринарії, створюючи можливість натурального та безпечного лікування та підтримки здоров'я тварин. Фітотерапія, яка базується на використанні продуктів рослинного походження, є одним із найстаріших способів лікування і на сьогоднішній день є все більш популярною ветеринарною методикою.

Існує багато рослин, які використовуються для виробництва фітопрепаратів у ветеринарії. Наприклад, цінні лікарські рослини, такі як шипшинник, живокіст, календула, алое вера, береза, можуть бути використані для підтримки імунної системи, зняття запалення, швидкого заживлення ран та регулювання травлення у тварин.

Основною перевагою використання фітопрепаратів є їх природність та безпека. Оскільки вони виготовлені з рослинного матеріалу, вони мають низький ризик виникнення небажаних побічних ефектів та ускладнень у порівнянні з хімічними препаратами. Багато фітопрепаратів мають протизапальні, противірусні, протигрибкові та антиоксидантні властивості, що можуть допомогти у боротьбі з різними захворюваннями. Важливо пам'ятати, що навіть натуральні препарати можуть мати певні протипоказання і дозові

обмеження, тому краще звернутися до ветеринарного лікаря для консультації перед початком використання фітопрепаратів для тварин. Також краще обрати фітопрепарати, вироблені з добре відомих і сертифікованих виробників, щоб уникнути ризику використання низькоякісних або підроблених продуктів.

Фітопрепарати є важливим інструментом у ветеринарній практиці, який дозволяє лікувати та підтримувати здоров'я тварин за допомогою натуральних і безпечних засобів. Вони мають широкий спектр застосування і можуть бути використані як основний метод лікування або як доповнення до інших методів. Однак, перед використанням фітопрепаратів, варто обов'язково проконсультуватися з ветеринарним фахівцем.

Фітопрепарати використовуються для поліпшення травлення за рахунок стимуляції функцій шлунково-кишкового тракту. Вони можуть включати рослинні екстракти, ефірні масла, рослинні ферменти та інші активні речовини, які підтримують нормальну роботу шлунково-кишкової системи.

Також, фітопрепарати використовуються для підвищення імунітету тварин. Вони можуть містити рослинні сполуки, які активують імунну систему організму і сприяють збільшенню вироблення антитіл та інших протизапальних речовин.

Крім того, фітопрепарати також використовуються для підтримки росту та зниження захворюваності тварин. Вони можуть містити рослинні компоненти, які стимулюють розвиток тканин, наприклад, амінокислоти, вітаміни та інші поживні речовини.

Відомо, що розторопшу пляmistу використовують як антибіотик, а також для зміцнення імунної системи тварин. Екстракт ехінацеї пурпурової також має імуномодулюючі властивості, знижує запальні процеси і покращує стан тварин. Чорнобривець розлогий містить багато біологічно активних речовин, які сприяють зміцненню організму тварин, покращують травлення і забезпечують нормальний ріст та розвиток. Використання цих рослин і їх екстрактів допомагає підвищити продуктивність тварин, зменшити використання антибіотиків та інших хімічних препаратів у ветеринарній медицині, а також забезпечити якість м'яса курчат-бройлерів.

З профілактичною та лікувальною метою використовують фітодактоли, такі як «Фітовет», «Аципрогентин» і «Прогентин», «Species chamomillae SPOFA». *Galega orientalis*, *Origanum vulgare*, види роду *Philadelphus* та інші лікарські рослини, що містять величезну кількість флавоноїдів і ефірних олій. Вони володіють бактерицидними властивостями і можуть використовуватися для профілактики і лікування хвороб і знезараження повітря в господарствах.

**Висновки.** На жаль, на сьогоднішній день, ми ще мало знаємо про лікування тварин травами. Сучасний ветеринарний фахівець недостатньо обізнаний про можливості використання лікарських рослин у ветеринарії. Варто зазначити, що фітотерапія як і у ветеринарії, так і у людській медицині не є альтернативою іншим методам лікування. Фітотерапія – це лише маленький додаток до загального лікування при доказовій медицині.



У сучасній ветеринарії використовуються рослини та їх екстракти, зокрема: розторопшу пляmistу, ехінацею пурпурову, чорнобривець розлогий, які збільшують приріст живої маси курчат і поросят, знижують рівень захворювань і покращують органолептичні показники тушок курчат-бройлерів. Завдяки вмісту різноманітних біологічно активних речовин рослинні препарати мають протимікробну, імуностимулюючу, загальнооздоровчу дію на організм тварин.

#### **Список використаних джерел:**

1. Широкий А.В., Марченко О.М., Гаєва Н.В. Використання лікарських рослин у ветеринарній медицині: сучасні тенденції. Науковий журнал Університету ветеринарної медицини і біотехнологій, 2017, Том 3(19), с. 71-75.
2. Гудз С.О., Клименко Ю.Д., Полонський В.І. Особливості застосування лікарських рослин у ветеринарній медицині. Вісник аграрної науки, 2017, № 9, с. 12-16.
3. Коломієць І.В., Косенко Ю.М., Кравченко О.В. Використання лікарських рослин у ветеринарії. Науково-технічний збірник, 2017, № 1(34), с. 82-86.
4. Люльченко М.М., Горбунова Ю.М., Клименко Ю.Д. Використання лікарських рослин у ветеринарній медицині: проблеми та перспективи. Перспективи біології і медицини, 2017, Том 1, с. 24-29.
5. Нестеренко М.М., Марченко О.М., Іванченко Н.А. Використання лікарських рослин у ветеринарній медицині: сучасний стан та перспективи. Ветеринарна медицина, 2017, № 4(163), с. 42-45.
6. Сергієнко О.М., Засєкіна Н.К., Волкова О.О. Використання лікарських рослин у ветеринарній медицині: фармакологічні аспекти. Медицина сьогодні і завтра, 2017, Том 1, с. 130-133.
7. Avantaggiato, G., et al. "Efficacy and tolerability of a herbal formula for management of dermatological manifestations in dogs and cats with atopic dermatitis." *Veterinary Medicine and Science* 5.2 (2019): 240-248.

Леся АНДРОЩУК<sup>2</sup>,  
студентка 4-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКТІВ ЗАБОЮ КРОЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ВОДОРОЗЧИННОЇ ФОРМИ ВІТАМІНУ Е

***Анотація.** На світовому ринку набуває значущості виробництво нових удосконалених продуктів харчування, що забезпечують організм людини повноцінними білками, іншими необхідними поживними речовинами. Незамінними мікронутрієнтами, що надають м'ясу належних показників якості і біологічної цінності, є вітаміни, зокрема, вітамін Е.*

*Метою даної роботи було з'ясувати фізіологічну доцільність згодовування тваринам водорозчинної форми вітаміну Е.*

***Annotation.** The production of new improved food products providing the human body with complete proteins and other essential nutrients is gaining significance in the global market. Essential micronutrients ensuring proper quality and biological value of meat include vitamins, particularly vitamin E.*

*The aim of this study was to investigate the physiological appropriateness of feeding animals with the water-soluble form of vitamin E..*

***Вступ.** Найбільш дієтичними властивостями володіє м'ясо кролів до 120–135 денного віку незалежно від статі [17, 24, 27]. Саме тому перспективним є вирощування м'ясних порід кролів та корекція їх раціону з додаванням вітаміну Е в останній місяць відгодівлі. Дослідженнями, проведеними виявлено, що під час додаткового застосування вітаміну Е він здатний до кумуляції в м'язах.*

*Актуальним науковим завданням є визначення оптимальних доз препарату для забезпечення здоров'я та належної продуктивності тварин. Крім того, вивчення впливу різних доз вітаміну Е у водорозчинній формі на показники якості і безпечності продуктів забою кролів, вирощених за сучасних технологій, залишається актуальним.*

*Кролятина користується широким попитом у населення. Вона рекомендується до вживання тим, хто хворіє на харчову алергію, хвороби серцево-судинної системи, органів травного каналу, печінки.*

*З метою підвищення ефективності вирощування кролів і підвищення якості продуктів забою, склад комбікормів постійно збалансовують за вітамінами, мікроелементами, синтетичними амінокислотами.*

---

<sup>2</sup>Науковий керівник: кандидат ветеринарних наук, доцент Тарас Фаріонік.

Метою даної роботи було з'ясувати фізіологічну доцільність згодовування тваринам водорозчинної форми вітаміну Е. Для реалізації мети були поставлені такі завдання:

З'ясувати вплив хелатних сполук мікроелементів з незамінними амінокислотами (метіонатів і лізинатів) на інтенсивність фізіологічних процесів і продуктивність бугайців. Для досягнення цієї мети ми поставили перед собою наступні завдання:

1. Теоретично обґрунтувати та розробити методичні підходи вибору дози вітаміну Е у водорозчинній формі для випоювання лабораторним тваринам;

2. Дослідити морфологічні і біохімічні показники крові кролів за випоювання вітаміну Е у водорозчинній формі;

3. Вивчити вплив вітаміну Е у водорозчинній формі на показники якості та безпечності продуктів забою кролів.

Матеріалом для наших досліджень служили кролі породи сірий «велетень». Для проведення досліду на кролях були сформовані одна контрольна і одна дослідна групи по 5 тварин у кожній. Контрольній групі не застосовували препарат, а дослідній групі задавали вітамін Е у диблок-кополімері (ДБК) МОПЕО-*b*-ПАК (ПАNa) на основі метоксиполіетиленоксиду (МОПЕО) та поліакрилової кислоти (ПАК) у дозі 1 мг/гол.

Дослідну та контрольну групи формували з клінічно здорових тварин за принципом аналогів, попередньо витримували їх на 14-денному карантині. Тривалість досліду становила 35 діб, забій тварин здійснювався на 95 добу.

Клінічний стан кролів перед забоєм та проведення ветеринарно-санітарної експертизи продуктів забою визначали відповідно до «Правил передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів».

Для біохімічних досліджень кров у кролів відбирали зранку зі стегнової вени за дотримання правил асептики і антисептики. Місце взяття крові обробляли розчином етанолу з маовою часткою 70 %. Кров для гематологічних досліджень стабілізували гепарином (1 краплю розчину гепарину з масовою часткою 1 % на 1 пробу). Щоб уникнути гемолізу, кров у пробірки набирали по стінці. До лабораторії кров доставляли в день її взяття. Здійснювали також визначення коефіцієнта де Рітса.

Забій тварин проводили відповідно до вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей» та ухвали Першого національного конгресу з біоетики.

Післязабійному ветеринарно-санітарному огляду підлягають голова, тушка і внутрішні органи (селезінка, серце, печінка, нирки, легені, кишечник) тварин. Звертали увагу на якість обробки тушки, ступінь знекровлення, наявність дистрофічних і патолого-анатомічних змін. Під час огляду внутрішніх органів, звертали увагу на їх розміри і колір, розтинали і оглядали лімфатичні вузли.

З метою встановлення закономірностей впливу вітаміну Е у водорозчинній формі на організм кролів у дозі 1 мг/гол. в дослідній і

контрольній групах визначали середньодобові та загальні прирости живої маси кролів шляхом зважування на 7, 14, 21, 28, 35-у доби дослідю.

**Таблиця 1**

**Результати змін живої маси кролів під час випоювання вітаміну Евпродовж дослідю, г, М ± m, n=5**

Показники живої маси кролів	Група тварин	
	контрольна	Дослідна
на початку дослідю	1439,0±18,40	1416,0±20,57
через 7 діб	1767,0±13,73	1789,0±14,84
через 14 діб	2072,0±20,04	2117,0±12,30
через 21 добу	2352,0±13,76	2425,0±17,59*
через 28 діб	2618,0±18,21	2726,0±17,87*
в кінці дослідю (через 35 діб)	2856,0±15,30	2992,0±3,80*

Примітка: \* –  $p \leq 0,05$  порівняно з контрольною групою.

Дані, наведені в табл. 4, свідчать про те, що на початку дослідю маса кролів контрольної і дослідної груп була майже однакова. Після семи діб дослідю жива маса кролів дослідної групи була вищою на 1,25 %, середньодобовий приріст – на 15,2 %, порівняно з контрольною групою.

Через чотирнадцять діб дослідю приріст живої маси у дослідній групі становив 328 г, а у контрольній – 305 г, що на 23 г менше. Середньодобовий приріст за цей період був на 10 % нижчим, порівняно з контролем.

Приріст живої маси кролів на 28-у добу дослідю становив у дослідній групі 43 г, а у контрольній – 38 г.

За результатами, наведеними у табл. 4, жива маса кролів збільшилась у контрольній групі на 1417 г, а у дослідній – на 1576 г за період проведення дослідю. Абсолютна маса за період дослідю становила у контрольній групі 99 %, а у дослідній – 112,2 %, відповідно.

Під час ветеринарно-санітарного огляду продуктів забою кролів усіх груп будь-яких патологічних змін не виявлено. Тушки кролів дослідної групи за забійною масою та загальним виглядом переважають контроль, мають специфічний запах, блідо-жовтий колір по всій поверхні. М'язи тушок кролів добре розвинені.

Забійний вихід тушок і їстівних субпродуктів кролів є одним із показників ветеринарно-санітарної експертизи м'яса, а також оцінки впливу на організм корму та окремих його компонентів, зокрема вітаміну Е у водорозчинній формі (табл. 5).

Аналізуючи дані стосовно збільшення маси продуктів забою кролів дослідної групи, то відмічається їх пропорційне збільшення, що є результатом більш покращених процесів обміну речовин та збільшення маси тіла (табл. 5) у період дослідю, порівняно з контрольною групою.

Під час ветеринарно-санітарного огляду тканин та органів не виявлено патологічних змін у продуктах забою кролів контрольної та дослідної груп.

Для встановлення стану функціонування навантаження на той чи інший

орган за умов застосування вітаміну Е у водорозчинній формі проведено визначення співвідношення маси їстівних органів кролів дослідної та контрольної груп, до забійного виходу.

Отже, забійний вихід кролів дослідної групи на 0,8 % вище, порівняно з контролем.

Проте отримані позитивні показники живої маси, забійного виходу, маси їстівних внутрішніх органів кролів за щоденного випоювання вітаміну Е у водорозчинній формі в дозах 1 мг/гол. не дають повного вирішення питання щодо доцільності його використання. Вагомими у цьому можуть виступити гематологічні, біохімічні дослідження сироватки крові, визначення ступеня накопичення вітаміну Е в продуктах забою кролів та ветеринарно-санітарна оцінка продуктів забою.

**Висновок.** За експериментально підтвердженою оптимальною схемою застосування вітаміну Е у водорозчинній формі 60-добовим кролям у дозі 1 мг/гол. впродовж 35 діб встановлено позитивний вплив на середньодобовий приріст (45,03 г у дослідній групі проти 40,49 г у контрольній) і підвищення живої маси тварин дослідної групи на 4,8 % ( $p \leq 0,05$ ). Біохімічними дослідженнями сироватки крові кролів виявлено позитивний вплив на функціонування організму тварин, а саме: показник лужної фосфатази в сироватці крові знизився на 17,8 %, загального білірубину – на 5,5 %, загального білка – на 18,9 %, глюкози – на 23,5 %, сечовини – на 33,1 %, креатиніну – на 28,1 %, порівняно з контролем. Морфологічні показники крові дослідної і контрольної груп тварин дещо різняться між собою: вміст гемоглобіну підвищився на 3,3 %, кількість лейкоцитів знизилася на 17,2 %.

У результаті застосування вітаміну Е у водорозчинній формі підвищився вміст вітаміну Е у м'язах кролів на 2,27 %, в печінці – на 7,16 %, а вміст вітаміну А у м'язах – на 13,2 %, у печінці – на 36,2 %, порівняно з контролем.

### Список використаних джерел

1. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств. К.: КНЕУ, 2002. 624 с.
2. Бейнса Ф. Антиоксиданти у тваринництві. Чим небезпечні вільні радикали? Ветеринарна практика. 2013. № 6. С. 26–28.
3. Бондаренко О. М. Кролі рекомендації по розведенню і догляду. Полтава. «Порода». 2007. с. 54.
4. Вакуленко І. С. Особливості травлення і конверсійної здатності кролів у постнатальному онтогенезі. Науково-технічний бюлетень. Харків, 2000. № 76. С. 10–13.
5. Вакуленко І. С. Сучасний стан та перспективи розвитку кролівництва в Україні. Сучасна ветеринарна медицина. 2012. № 2. С. 62–65.
6. Вакуленко І. С. Сучасний стан та перспективи розвитку кролівництва в Україні. М'ясне кролівництво: догляд, годівля, профілактика та лікування хвороб. Збірка статей. К.: ТОВ «Біо-Тест-Лабораторія». 2013. С. 5–10.

7. Влізло В. В. Біохімічні основи нормування мінерального живлення. Біологія тварин. 2006. Т. 8, № 1–2. С. 1–20.

8. Ветеринарно-санітарна експертиза яловичини, виробленої в умовах дефіциту мікроелементів (Fe, Cu, Mn, Co, Zn) зони Лісостепу Вінниччини : Інформ. листок ЦНТЕІ. Р. Й Кравців, Т. В. Фаріонік. [та ін.]. Львів, 2008. № 1. – 4 с.

9. Деклараційний патент на корисну модель № 38469, Україна, МПК (2006) А23К1/18 / Фаріонік Т.В., Кравців Р.Й. "Спосіб корекції обміну білка в організмі бугайців на відгодівлі та покращення фізико-хімічних та мікроелементних властивостей яловичини в умовах дефіциту мікроелементів". Заявл. 11.08.2008. Опубл. 12.01.2009. Бюл. №1.

10. Фаріонік Т.В. Технологія продуктів забою тварин. В.В. Власенко, М.Д. Гаврилюк, І.В. Березовський. Навчальний посібник. ВНАУ. Вінниця 2011р. 122с.

11. Коригування раціонів на відгодівлі хелатними сполуками мікроелементів (Fe, Cu, Mn, Co, Zn) у зоні Лісостепу Вінниччини: метод. рек. [Т. В. Фаріонік, Р. Й. Кравців.]. Львів, 2008. 36 с.

12. Кравців Р.Й., Фаріонік Т.В. Мікроелементний склад кормів у СФГ "Дружба" с. Гопчиця Погребищенського району Вінницької області. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького. Львів, 2006. Т. 8, № 4, ч. 1. С. 88–91.

13. Фаріонік Т. В. Вплив деяких мікроелементів на біохімічні показники крові бугайців у СФГ "Дружба" с. Гопчиця Погребищенського Району Вінницької області. Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С. З. Гжицького. Львів, 2007.– Т. 9, № 2, ч. 3. С. 232–235.

**Катерина БАБАНОВА<sup>3</sup>,**  
студентка 3 - го курсу,  
факультету технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВПЛИВ ГЕНЕТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ**

*Анотація.* Застосування схрещування, як частини стратегії поліпшення товарного стада, вплинуло на білковий склад, поживну та енергетичну цінність молока. Українська чорно-ряба худоба, схрещена з бурою

---

<sup>3</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Олена Разанова.

швейцарською, перевершила чистопородну на 0,08% за вмістом жиру та 0,05% за вмістом білка. Крім того, схрещування української червоно-рябої худоби з монбельярдською виявилось дуже позитивним, перевершуючи чистопородних тварин на 0,16% за вмістом жиру і 0,14% за вмістом білка.

*Annotation.* The use of crossbreeding as part of the strategy to improve the quality of the cattle herd has had an impact on the protein composition and the nutritional and energy value of milk. Ukrainian Black-and-White cattle crossed with Brown Swiss cattle exceeded purebred counterparts by 0.08% in fat content and 0.05% in protein content. Furthermore, crossbreeding Ukrainian Red-and-White cattle with Montbeliard cattle proved to be highly beneficial, surpassing purebred animals by 0.16% in fat content and 0.14% in protein content.

**Вступ.** Дослідження генетичного впливу на молочність корів є актуальним завданням у галузі тваринництва. Це дозволяє визначити, які гени та спадкові чинники впливають на молочну продуктивність, що допомагає вибирати кращих тварин для подальшого розведення. Вивчення генетичного впливу на молочність корів має великий практичний потенціал у сучасному тваринництві та грає важливу роль у вирішенні глобальних викликів у сфері продовольства та сільського господарства. Дане дослідження показало, що молочний білок у першому поколінні помішаних корів (F1), отриманих від місцевих чорно-червоно-рябих корів та корів породи Коричневий швейцарський, має вищу генетично-біологічну цінність. Важливим аспектом є те, що білок молока місцевих корів не містив амінокислот в кількості менше ніж 100%. За коефіцієнтом корисності, який характеризує біологічну цінність білків молока, відзначено значний перевагу помішаних корів над їх чистопородними родичами.

Українська червоно-ряба молочна порода великої рогатої худоби залишається однією з основних молочних порід в Україні (другою за поголів'ям і третьою за молочною продуктивністю) [1, 3-5]. Це перша спеціалізована порода худоби України. Перспективною племінною програмою до 2020 року [10] передбачено генетичне вдосконалення стад для використання вітчизняних і зарубіжних покращувачів. З метою закріплення племінних поголів'їв бугаїв голштинської породи із вищим племінним індексом, умовна частка спадкової племінної спадкоємності зросла з 75–82,5% до 92,5% і вище [11].

Формування і виявлення ознак (реалізація генотипу) відбувається під значним впливом конкретних умов середовища. Тому фенотип тварини є лише нормою реакції генотипу на конкретні умови вирощування та утримання [9]. Тому рекомендується проводити періодичний племінно-генетичний моніторинг заводських стад і порід [1, 6, 7, 8]. У сучасній глобальній селекційній практиці динаміку популяційно-генетичних параметрів у взаємодії між «генотипом і середовищем» вивчають залежно від породи, географічного регіону розведення [12], температурного навантаження, органічного тваринництва [13, 14], технології доїння, рівня продуктивності та інших факторів.

У процесі покращення молочних порід приділяють велику увагу поліпшенню годівлі, здатності до утримання, якості молока, тривалості життя тварин, господарської зрілості та іншим аспектам. Проте молочна продуктивність залишається ключовим фактором для молочної худоби. Відомо, що паратипові фактори значно впливають на якісні та кількісні характеристики молочної продуктивності [2, 6]. В таких умовах можна очікувати генетичного покращення популяції молочної худоби шляхом успішного відбору бажаних покращувачів.

**Виклад основного матеріалу.** Надій корів-первісток української чорно-рябої молочної породи у динаміці за роками різнився [2, 6] (табл.1)

**Таблиця 1**

**Динаміка молочної продуктивності корів-первісток української чорно-рябої молочної породи**

Роки	Молочність за 305 днів, кг	Жирність молока, %
2000	2918 ± 255,0	3,34 ± 0,188
2001	4290 ± 410,9	3,41 ± 0,010
2002	5211 ± 291,2	3,78 ± 0,029
2003	5227 ± 259,2	3,79 ± 0,022
2004	5715 ± 176,7	3,86 ± 0,014
2005	4149 ± 242,2	3,74 ± 0,017
2006	4880 ± 212,4	3,66 ± 0,015
2007	4450 ± 209,9	3,81 ± 0,057
2008	4826 ± 73,9	3,77 ± 0,009
2009	5199 ± 121,3	3,89 ± 0,120
2010	7009 ± 151,4	3,96 ± 0,057
2011	5865 ± 154,1	3,95 ± 0,060
2012	6552 ± 102,6	3,81 ± 0,019
2013	5938 ± 116,3	4,02 ± 0,112
2014	5959 ± 102,1	3,86 ± 0,061
2015	7106 ± 112,9	3,79 ± 0,078
2016	6466 ± 108,7	3,87 ± 0,055
<i>В середньому</i>	5994 ± 44,4	3,83 ± 0,017

Середній надій молока за 305 днів лактації корів-первісток за 2000-2016 років коливався від 2571 кг до 7106 кг у 2015 році. Жирність молока коливалася від 3,34% до 4,02%. Загалом криволінійний приріст надоїв корів-первісток у аналізовані роки сягає понад 4500 кг або майже у 2,8 раза.

Завдяки виявленій хронологічній динаміці середньої продуктивності корів-первісток у сформованій базі даних виділено достатньо однорідний кластер корів-первісток телят. За цей період рівень надою за роки коливався в межах 5865–7106 кг при межі 1241 кг.

У наступному дослідженні проаналізовано вплив голштинізації на продуктивні якості корів української чорно-рябої молочної породи. Надій корів у першу лактацію підвищувався зі зростанням кровності, різниця між групами з кровністю 50% і більше 95% становила 344 і 782 кг. Найбільшою продуктивністю за першу лактацію характеризувались корови з кровністю 95%,



їх перевага становила 782 кг порівняно з групою корів, що мали кровність до 50%. Слід зазначити, що корови з максимальною кровністю (понад 95%) за третю лактацію не змогли втримати високий удій і знизили його на 290 кг порівняно з першою (табл. 2).

Надій за 305 днів третьої лактації у корів з кровністю до 50% по голштинській породі збільшився на 324 кг, з кровністю 75% - 439 кг. За кількістю молочного жиру та білка за 305 днів лактації порівняння корів із різною кровністю показало аналогічний характер взаємодії. За величиною живої маси достовірних відмінностей не виявилось, а ось за коефіцієнтом молочності в першу лактацію перевага була за коровами з максимальною кровністю (більше 95%) на 143 та 57 кг порівняно з однолітками з кровністю 50% і 75% відповідно. Після третьої лактації найбільшим коефіцієнтом молочності характеризувалися корови з кровністю 75% з різницею 77 кг та 91 кг проти даних у першій та третій групах.

**Таблиця 2**

**Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи залежно від кровності по голштинській породі**

Показник	Кровність по голштинській породі, %		
	до 50	75	95
1 лактація			
Надій за 305 днів лактації, кг	7010±181,5	7354±202,8	7792±216,7
Жирність молока, %	3,85±0,027	3,86±0,034	3,79±0,032
Кількість молочного жиру, кг	270±6,4	284±8,6	295±8,2
Вміст білка, %	3,15±0,011	3,14±0,010	3,14±0,007
Кількість молочного білку, кг	221±5,8	231±6,5	245±6,8
Жива маса, кг	505±4,0	499±6,7	509±10,0
Коефіцієнт молочності, кг	1388±34,8	1474±40,5	1531±47,1
3 лактація			
Надій за 305 днів лактації, кг	7334±171,1	7793±251,0	7502±224,2
Жирність молока, %	3,90±0,030	3,85±0,038	3,86±0,042
Кількість молочного жиру, кг	286±6,5	300±9,3	290±7,9
Вміст білка, %	3,14±0,009	3,15±0,007	3,14±0,008
Кількість молочного білку, кг	230±5,5	245±7,9	236±7,0
Жива маса, кг	540±5,8	543±9,8	558±14,0
Коефіцієнт молочності, кг	1358±57,0	1435±53,5	1344±57,0

За масовою часткою жиру в першу лактацію відмінності між коровами з різною кровністю виявлено наступну: перевага була на стороні корів з кровністю 75% з різницею 0,01% та 0,06% порівняно з однолітками з кровністю 50% та 95%.

Найбільшою масовою часткою білка в першу лактацію (3,15%) відрізнялися корови, що мають кровність 50% в порівнянні з коровами з кровністю 75% і 95%. За третю лактацію перевага за жирністю молока була у групі корів з кровністю 50% по голштинській породі, білку – з кровністю 75%.

Молочна продуктивність корів значною мірою обумовлюється їх живою масою. Адже вона є показником загального розвитку та вгодованості тварин.

Найбільша жива маса корів як за першу лактацію, так і за другу, була у тварин з кровністю 95% по голштинській породі. Для характеристики молочної продуктивності використовують надій на 100 кг живої маси або коефіцієнт молочності. Значимість коефіцієнта зумовлена тим, що молочна продуктивність корів значною мірою залежить від їх маси.

Зі зростанням голштинізації у корів української чорно-рябої молочної породи помітно підвищувався коефіцієнт молочності у корів за першу та третю лактації. За першу лактацію найвищі показники отримано у корів за 95% кровності, з перевагою на 143 кг та 57 кг порівняно з кровністю 50% і 75%.

За третю лактацію виявлено перевагу за коефіцієнтом молочності у групі корів з кровністю 75%. Різниця становила між групами 77 кг та 91 кг порівняно з кровністю 50% та 95%.

Для більш об'єктивного уявлення про зв'язок голштинізації з продуктивними показниками корів розраховали коефіцієнти кореляції (табл. 3).

**Таблиця 3**

**Кореляційний зв'язок між часткою голштинської крові та продуктивними показниками корів**

Показник	Кровність по голштинській породі,%	
	50	75
Надій за 305 днів лактації, кг	0,611±0,073	0,199±0,113
Жирність молока, %	-0,505±0,080	-0,232±0,112
Кількість молочного жиру, кг	0,517±0,079	0,121±0,115
Вміст білка, %	-0,138±0,092	0,093±0,115
Кількість молочного білку, кг	0,593±0,075	0,203±0,113
Жива маса, кг	0,175±0,091	0,225±0,112
Коефіцієнт молочності, кг	0,536±0,078	0,067±0,115

Аналіз кореляційного зв'язку з надоем за 305 днів лактації показав позитивний напрямок, і зв'язок був різним, від слабкого до сильного, причому в першу лактацію кореляція була завжди вищою, ніж у третю лактацію.

Зв'язок між часткою голштинської крові та кількістю молочного жиру та білка, мав напрямок аналогічний зв'язку з удоєм за 305 днів лактації. Тобто збільшення ступеня голштинізації сприяло, нарівні зі зростанням надоїв, підвищенню виходу молочного білка і жиру, при цьому тіснота зв'язку характеризувалися від слабкого до сильного. Кореляційний зв'язок між кровністю по голштинській породі та масовою часткою жиру, виявився слабким і негативним, так само, як і з масовою часткою білка, що негативно позначилося на достовірності. Однаковий напрям зв'язку ступеня голштинізації з масовою часткою жиру і масовою часткою білка може свідчити про стабільну позитивну кореляцію між якісними показниками продуктивності, закріпленої в генотипі, на яку голштинізація не вплинула.

**Висновки.** Голштинізація мала значний вплив на продуктивність українських корів чорно-рябої молочної породи протягом аналізованого

періоду (2000-2016 рр.). Виявлено, що зі зростанням частки голштинської крові у корів надій молока значно збільшувався, особливо за третю лактацію. Корови з більш високою часткою голштинської крові виявилися більш продуктивними, здатними до більш високих надоїв молока.

У першу лактацію корови з часткою голштинської крові більше 95% мали середній надій на 782 кг вищий, ніж корови з кровністю менше 50%. Корови з кровністю більше 95% мали найбільшу живу масу, що є індикатором загального розвитку та вгодованості тварин.

### Список використаних джерел

1. Гладий М.В., Полупан Ю.П., Базишина І.В., Безручко І.М., Полупан Н.Л. Вплив генетичних та парапопуляційних факторів на економічні ознаки корів. *Селекція та генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 48-61.
2. Гладий М.В., Полупан Ю.П., Базишина І.В., Полупан Н.Л., Безручко І.М. Вплив батьківського походження та лінійної приналежності на економічні ознаки корів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Тваринництво». 2014. Вип. 7 (26). С. 3-11.
3. Романова О.О.В., Прийма С.В., Полупан Ю.П., Басовський Д.М. Державний реєстр суб'єктів селекційної справи в тваринництві на 2018 рік ред. С.В. Прийма. Київ, 2019. Т. II. 204 с.
4. Зубець М.В., Бащенко М.І., Полупан Ю.П. Структура порід і перспективи вибору молочного скотарства. *Вісник сільськогосподарської науки*. 2012. № 10. С. 34-38.
5. Ільяшенко Г.Д., Полупан, Ю.П. Вплив генетичних та парапопуляційних факторів на молочну продуктивність українських червоно-рябих молочних порід. *Степовий вісник*. 2009. Вип. 6. С. 129-136.
6. Полупан Ю.П., Гавриленко М.С. Вибір та генетичний моніторинг у фабричних стадах молочного скоту. *Вісник аграрної науки*. 2008. №8. 38 с.
7. Полупан Ю.С. Суб'єктивні акценти до деяких питань генетичних основ селекції та формування порід. *Розведення і генетика тварин*. 2007. №41. С. 194–208.
8. Рубан С.Ю. Обґрунтування параметрів зовнішньої оцінки молочного скоту. *Вісник аграрної науки*. 2003. №8. С. 71–73.
9. Бащенко М.І., Мельник Ю.І.Ф., Кругляк А.П., Бі-Рюкова О.Д., Полупан Ю.П., Кругляк Т.О. Український червоно-рябий молочний скот. *Методи селекції, генетики та біотехнології для покращення та збереження генного фонду порід худоби*. Полтава: ТОВ «Фірма Техсервіс». 2018. С. 209–253.
10. Федорович Є.І., Ільницька О.Ю., Бабік Н.П. Молочна продуктивність високопродуктивних корів та їхнього потомства транскарпатського інтрапородного типу українських червоно-рябих молочних порід. *Розведення і генетика тварин – Розведення і генетика тварин..* 2016. №52. С. 119–128.
11. Хмельничий Л.М., Лобода В.П. Вплив популяційно-генетичних та паратипових факторів на ознаки молочної продуктивності корів української

чорно-білої молочної породи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2015. №2(27). С. 27–31.

12. Vandenplas, J., C. Bastin, N. Gengler, and H. A. Mulder. Genetic variance in microenvironmental sensitivity for milk and milk quality in Walloon Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 2013. Vol. 96(9). P. 5977–5990.

13. Liu A., G. Su J. Höglund Z. Zhang J. Thomasen I. Christiansen Y. Wang and M. Kargo. Genotype by environment interaction for female fertility traits under conventional and organic production systems in Danish Holsteins. *J. Dairy Sci.* 2019. Vol. 102(9). P. 8134–8147.

14. Sundberg T., L. Rydhmer W. F. Fikse B. Berglund and E. Strandberg. Genotype by environment interaction of Swedish dairy cows in organic and conventional production systems. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.* 2010. Vol. 60(2). P. 65–73.

**Олександр БУДЄСВ<sup>4</sup>**,  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНИХ ЩІЛЬНОСТЕЙ ПОСАДКИ РИБ ЗА ВИРОЩУВАННЯ У ПОЛІКУЛЬТУРІ**

**Анотація.** У статті розглянуто використання полікультури у рибництві для інтенсифікації процесів отримання продукції. Розглянуто види риб, що застосовують для спільного вирощування з коропом, представлено їх основні біологічні та технологічні особливості. Запропоновано оптимальні щільності внесення рибопосадкового матеріалу та раціональні співвідношення різних груп риб на окремих етапах онтогенезу.

**Annotation.** The article discusses the use of polyculture in fish farming to intensify the processes of obtaining products. The species of fish used for joint cultivation with carp are considered, their main biological and technological features are presented. Optimal densities of introducing fish seeding material and rational ratios of different groups of fish at individual stages of ontogenesis have been proposed.

**Вступ.** Для максимальної ефективності використання природних ресурсів водойм та підвищення отримання товарної риби, в аквакультурі використовують метод спільного вирощування різних видів і вікових груп риб.

---

<sup>4</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач Віта Главатчук.

Полікультура, як один з ключових чинників інтенсифікації рибництва, набула особливого значення в останні роки завдяки успішній акліматизації різноманітних цінних продуктивних видів риб.

В залежності від віку та видового складу риб, яких вирощують в одній водоймі, можна визначити різні методи посадки: змішана посадка – коли різновікові представники одного виду риби ростуть разом; посадка додаткових видів – коли до основного виду риби додають 1-2 інших види; полікультура – коли в одному ставку вирощують кілька різних видів риб, які відрізняються за типом живлення.

В Україні тривала практика використання спільного вирощування коропа разом із іншими видами риб. Проте роль цього методу як засобу інтенсифікації була обмеженою. Вирощування разом з коропом місцевих рослиноїдних і хижих риб призводило до незначного збільшення виробництва. Акліматизація нових цінних видів риб – канальний сом, буффало, тилапія, веслоніс і особливо рослиноїдних, зробило полікультуру одним з ключових елементів інтенсифікації сучасного рибництва.

Найкращі результати у товарному рибництві досягаються завдяки вирощуванню тих риб у полікультурі, які відрізняються за типом живлення, характером споживання кормів та зонами перебування у водоймі.

**Виклад основного матеріалу.** Розраховуючи співвідношення об'єктів аквакультури важливо правильно розрахувати оптимальну щільність посадки риб, враховуючи такі фактори як рівень розвитку природної кормової бази водойми та очікувані втрати на різних етапах онтогенезу. У контексті промислового рибництва, щільність посадки риби стає ключовим фактором у справі екологічності виробництва.

**Таблиця 1**

**Рибоводно-біологічні норми вирощування товарного коропа в полікультурі з рослиноїдними рибами**

Показники	Норма
Щільність посадки однорічок, екз/га	
Короп	800-950
Білий амур	75-100
Білий товстолоб	1200-1400
Строкатий товстолоб	700-800
Вживаність дворічок, %	75
Середня маса дворічок, г	
Короп	500
Рослиноїдні риби	800
Рибопродуктивність, ц/га	14-16
із них:	
Короп	2,7-3,1
Білий амур	0,4-0,7
Білий товстолоб	7,2-7,8
Строкатий товстолоб	4,0-4,5

Чим більше риби росте в обмеженому просторі, тим більшу економічну віддачу можна отримати з даної рибоводної площі. Однак, із збільшенням щільності поселення риби, зростає необхідність у кисні та видаленні продуктів обміну, що, зазвичай, призводить до необхідності підвищення подачі води і забезпечення її кращої циркуляції.

Для досягнення необхідної (найкраще, максимальної допустимої) щільності посадки риби на промислових господарствах, важливо створити умови, при яких риба має необхідне забезпечення киснем. Важливо враховувати, що споживання рибою кисню прямо залежить від температури води і обернено пропорційне масі риби. У разі використання полікультури важливо враховувати внутрішньовидові взаємодії серед риб. У промисловому вирощуванні ці взаємодії виявляються передусім у внутрішньовидовій конкуренції, яка зазвичай стосується доступу до поживних речовин.

**Таблиця 2**

**Природна кормова база, що використовується різними видами риб**

Вид риби	Місце живлення	Корм	
		Основний	допоміжний
Короп та його гібриди	придонні і донні місця ставу	личинки хірономід, молоді пагони рослин, молюски	зоопланктон, дрібні рачки
Білий товстолоб	пелагіаль (товща води)	нижчі одноклітинні водорості, зелені та синьо-зелені	одноклітинні водорості
Строкатий товстолоб	Пелагіаль (товща води)	дрібні організми зоо- та фітопланктону	фітопланктон

Нерівномірне забезпечення риби кормами та інші фактори можуть призвести до формування різнорозмірних груп риб. Різниця в темпах росту може призвести до поширення канібалізму. Для уникнення цього на промислових господарствах застосовують сортування риби. Більшість видів риб, коли їх утримують при щільних посадках, не конкурують між собою за простір.

**Таблиця 3**

**Щільність посадки рослиноїдних риб при вирощуванні з коропом, екз/га**

Вік	Білий товстолоб		Строкатий товстолоб	
	без годівлі	з годівлею	без годівлі	з годівлею
Цьоголітки, дволітки	800	2500	300-500	800
Однолітки	70	150-200	35	70
Плідники	15-20	100	15	50

Щільність посадки риби у вирощувальних і нагульних ставах визначається рядом факторів, які охоплюють як біологічні, так і екологічні аспекти. Серед цих факторів враховуються наступні показники: загальна (планова) рибопродуктивність, годівля риби, природна рибопродуктивність,

середня планова маса одноліток та дволіток, продуктивність завдяки внесенню добрив, віковий і розмірний розподіл молоді, а також її виживання на різних етапах онтогенезу.

**Висновок.** Полікультура – потужний фактор інтенсифікації, що дозволяє суттєво збільшити рибопродуктивність у порівнянні з вирощуванням риби в монокультурі.

Аквакультура та індустріальне рибництво вимагає ретельного розрахунку та оптимізації ряду параметрів, таких як щільність посадки, особливості годівлі, і внутрішньо- та міжвидова взаємодія.

Також важливо враховувати екологічні аспекти і біологічні особливості риби, яку вирощують, для забезпечення їхнього здоров'я та оптимального росту. Використання методів, які дозволяють підтримувати найкращі умови для розвитку риби в аквакультурі і промислового рибництва, сприяє підвищенню виробництва та забезпеченню сталого розвитку галузі.

Такі заходи можуть бути корисними для забезпечення продовольчої безпеки і збалансованого використання водних ресурсів у сучасному світі.

#### **Список використаних джерел**

1. Андрющенко А.І., Алимов С.І., Захаренко М.О., Вовк Н.І. Технології виробництва об'єктів аквакультури. навч. посіб. - К., Вища освіта, 2006. 336 с.
2. Кражан С. А., Хижняк М.І. Природна кормова база рибогосподарських водойм : навч. посіб. – Херсон : Олді-плюс, 2011. –328 с.
3. Шерман І.М., Євтушенко М.Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник К.: Фітосоціоцентр, 2012. 484 с.
4. Янінович Й.Є., Грициняк І.І., Гринжевський М.В., Швець Т.М. Полікультура – шлях до інтенсифікації ставового рибництва / Рибогосподарська наука України. - 2010. - № 4. 78-83.
5. Яркіна Н. М. Стратегія управління рибогосподарською діяльністю / Економіка України. – Київ: Преса України, 2014. – №2(627). – С. 63-70.

**Богдан ГОНЧАРУК<sup>5</sup>,**  
магістр 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **РІСТ ТА РОЗВИТОК ГОЛШТИНІЗОВАНИХ ТЕЛИЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ**

***Анотація.** У статті представлено дослідження ефективності впливу частки голштинізації на динаміку інтенсивності росту ремонтних теличок української чорно-рябої молочної породи. Зі збільшенням частки голштинізованості телички мають вищу швидкість росту порівняно з однолітками із кровністю  $\frac{1}{2}$ . Середньодобовий приріст живої маси від народження до 1-го осіменіння у теличок з часткою кровності  $\frac{1}{2}$  вищий на 4,9% порівняно з кровністю  $\frac{3}{4}$ .*

***Annotation.** The article presents a study of the effectiveness of the influence of the share of Holsteining on the dynamics of the growth intensity of repair heifers of the Ukrainian black-spotted dairy breed. With an increase in the percentage of Holstein heifers, they have a higher growth rate compared to their peers with  $\frac{1}{2}$  blood. The average daily gain in live weight from birth to the 1st insemination in heifers with  $\frac{1}{2}$  blood fraction is higher by 4.9% compared to  $\frac{3}{4}$  blood fraction.*

**Вступ.** Сучасне молочне скотарство вимагає підвищення якісних характеристик тварин не лише на генетичному рівні, але й їх ефективного використання у господарських умовах. Головним завданням є збільшення економічної продуктивності шляхом оптимізації та раціонального використання генетичних ресурсів. Оцінка продуктивних і адаптивних якостей тварин для формування селекційних груп відповідного типу є ключовим елементом племінної роботи на всіх рівнях внутрішньопородної організації в молочному скотарстві [1, 2].

Збільшення виробництва продукції тваринництва є однією з ключових завдань агропромислового комплексу країни у забезпеченні продовольчої безпеки. У цьому контексті пріоритет надається молочному скотарству. Головним напрямком для вирішення цієї проблеми є підвищення продуктивності тварин і, відповідно, збільшення виробництва молока і молочних продуктів. Збільшення продуктивності великою мірою залежить від роботи зі стадом. Вітчизняний і світовий досвід показують, що 30% величини віддачі залежать від генотипу або спадковості тварин. Нині з метою збільшення виробництва молока в Україні проводиться широка голштинізація молочного скотарства [3, 4].

---

<sup>5</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Олена Разанова.



В Україні українська чорно-ряба молочна порода створена шляхом використання голштинської породи, яка визнана світовим стандартом високопродуктивною молочною породою. Зазвичай, такі схрещування проводять для отримання потомства з кращими характеристиками, такими як висока молочна продуктивність, стійкість до хвороб, добра адаптація до конкретних кліматичних умов. Генетичне поліпшення за допомогою голштинів може також призвести до формування різноманітності генотипів, оскільки можуть використовуватися різні лінії та особини для схрещування [5, 6].

Важливо враховувати, що цей процес може вимагати багато часу та вивчення, і результати можуть виявитися різними в залежності від конкретних умов та методів, що використовуються для селекції та генетичного поліпшення.

Мета роботи полягала у вивченні впливу частки голштинізації на продуктивні показники корів української чорно-рябої молочної породи.

**Виклад основного матеріалу.** Важливою властивістю, що характеризує породу, є ступінь інтенсивності росту і розвитку молодняка. Відомо, що хороший розвиток, стан здоров'я та міцна конституція тварин впливають на їхню продуктивність і племінні якості. Усі ці властивості визначаються спадковістю та формуються під впливом умов вирощування. Для вирішення поставленої задачі з виявлення особливостей росту молодняка різних типів тілобудови та різного рівня голштинської кровності в умовах господарства були проведені дослідження на телятах. Для проведення досліджень у господарстві було відібрано групу теличок за методом аналогів, враховуючи їх вік, походження та живу масу. Тварини були розділені на групи за рівнем голштинської крові. Першу групу склали тварини з рівнем голштинської крові  $\frac{1}{2}$ , другої –  $\frac{3}{4}$ . Враховуючи різну живу масу матерів корів з різною кровністю, жива маса новонароджених телят практично була однаковою і становила в середньому 5,99% ( $\frac{1}{2}$  кровність за голштинами) та 5,66 % ( $\frac{3}{4}$  кровність за голштинами) від живої маси їхніх матерів (табл. 1).

**Таблиця 1**

**Вплив живої маси матерів на ріст та розвиток телиць української чорно-рябої молочної породи з різною кровністю по голштинській породі, кг**

Вік, місяців	Частка кровності		Стандарт по породі
	1/2	3/4	
При народженні	30,1±0,35	29,4±0,67	-
6	164,3±3,47	166,7±4,50	170
12	277,2±4,35	273,3±3,09	284
18	389,5±3,81	385,2±3,74	380
Вік першого осіменіння, місяців	17,7±0,49	19,0±0,89	-
Жива маса матерів, кг	502,5±6,30	519,0±8,80	-

Найвищу живу масу при народженні мали телята з кровністю кровністю  $\frac{1}{2}$  (30,1 кг). Відносно меншою живою масою від 6 до 18-місячного віку, порівняно з  $\frac{1}{2}$  кровністю, відрізнялися телята з  $\frac{3}{4}$  кровністю. Так, перевага за живою масою у 12-місячному віці телички з  $\frac{1}{2}$  кровністю становила 1,5%, 18-

місячному віці – 1,2%. Жива маса ремонтних теличок не відповідала вимогам стандарту по українській чорно-рябій молочній породі у 6-місячному віці на 7,8-9,2%, у 12-місячному – на 1,9-2,4%. У 18-місячному віці телички дещо переважали стандарт по породі за живою масою. При кровності  $\frac{3}{4}$  ремонтні телички пізніше спаровувалися. Вік першого осіменіння у них проходив у 19-місячному віці, а з  $\frac{1}{2}$  кровністю – у 17,7 місяців.

Середньодобові прирости та індекси росту надають певне уявлення про інтенсивність росту піддослідних тварин. Однак більш обґрунтований висновок про інтенсивність процесів набирання живої маси тварини дозволяє зробити показник відносної інтенсивності росту (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Зміна середньодобового приросту телиць з різною часткою кровності**

Період росту, місяців	Частка кровності	
	1/2	3/4
0-6	692±19,6	711±25,1
6-12	632±28,0	598±29,1
12-18	500±22,7	510±22,7
0-12	648±12,3	641±9,2
0-18	609±11,9	603±7,6
0-перше осіменіння	636±11,8	606±24,4

Дослідження показали, що зі збільшенням частки голштинізованості тварини мають вищу швидкість росту порівняно з однолітками із кровністю  $\frac{1}{2}$ . У період до 6-місячного віку в групах приріст становив 711 г, що було більше на 2,7%, ніж у тварин із  $\frac{1}{2}$  кровністю; з 6 до 12 місяців - на 5,7%. Проте від 12 до 18 місяців така тенденція збільшення не збереглася, і приріст зменшився на 2,0%. Середньодобовий приріст живої маси від народження до 1-го осіменіння у теличок з часткою кровності  $\frac{1}{2}$  вищий на 4,9% порівняно з кровністю  $\frac{3}{4}$ , а в періодах від народження до 12 місяців та від народження до 18-місячного віку був незначно вищим.

**Таблиця 3**

**Відносна швидкість росту голштинізованих телиць української чорно-рябій молочної породи**

Період росту, місяців	Частка кровності	
	1/2	3/4
0-6	404,5±13,4	434,5±17,5
6-12	74,4±4,8	69,1±4,9
12-18	33,8±1,8	35,0±2,2
0-12	788,1±21,4	791,8±23,8
0-18	1089±22,5	1113,7±37,4
0-перше осіменіння	1100±27,6	1172,8±48,9

Енергію приросту живої маси ремонтних теличок української чорно-рябій молочної породи з урахуванням частки крові за голштинською породою виразили у відсотках. Відносна інтенсивність росту виражена як відсоткове співвідношення між кінцевою і початковою масою тіла до їхньої напівсуми

(таблиця 4). Аналіз даних таблиці 4 показує, що за відносним приростом живої маси у всіх вікових періодах голштинізовані телички з часткою крові  $\frac{3}{4}$  мали перевагу над своїми ровесницями з часткою крові  $\frac{1}{2}$ , зокрема, віком 0-6 місяців – на 7,4%, 0-18 місяців – на 2,3%. Більші відмінності спостерігалися у віці 0-1-е осіменіння – на 6,6% (табл. 3).

Отже, наведені дані свідчать про те, що зі збільшенням частки голштинської крові збільшується інтенсивність росту.

**Висновок.** Зі збільшенням частки голштинізованості телички мають вищу швидкість росту порівняно з однолітками із кровністю  $\frac{1}{2}$ . Середньодобовий приріст живої маси від народження до 1-го осіменіння у теличок з часткою кровності  $\frac{1}{2}$  вищий на 4,9% порівняно з кровністю  $\frac{3}{4}$ . Голштинізовані телички з часткою крові  $\frac{3}{4}$  за відносним приростом мали перевагу над своїми ровесницями з часткою крові  $\frac{1}{2}$ , зокрема, віком 0-6 місяців – на 7,4%, 0-18 місяців – на 2,3%, у віці 0-1-е осіменіння – на 6,6%.

### Список використаних джерел

1. Базишина І. В. Формування господарськи корисних ознак молочної худоби в залежності від походження за батьком, лінії та спорідненої групи. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 69–78.
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. Гиль М. І., Волков В. А. Очікувана продуктивність молодняку різних ліній української молочної чорно-рябої породи. *Тваринництво України*. 2014. № 2. С. 11-14.
4. Піддубна Л.М. Голштинізація відкритої регіональної популяції чорно-рябої молочної худоби та перспективи її подальшого удосконалення. *Біологія тварин*. 2014. Т.6. № 4. С. 121-132.
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. 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.
7. [Хохлов А.М.](#), Барановський Д.І, Федяев В.А. Теоретичні і практичні аспекти голштинізації худоби. [Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини](#). 2017. Вип. 33(1). С. 80-90.

Дарія ДРОБОТ<sup>6</sup>,  
студентка 2-го курсу  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ЕПІЗООТИЧНА СИТУАЦІЯ ЩОДО ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТВАРИН В УКРАЇНІ

***Анотація.** В даній статті проаналізовано епізоотичну ситуацію в Україні щодо інфекційних захворювань тварин за період 2018-2023 років. Основну увагу приділено динаміці змін захворювань, таких як лейкоз, туберкульоз, бруцельоз та інші. Результати вказують на позитивні зміни в епізоотичній ситуації, особливо у контексті сальмонельозу та сказу. Проведено оцінку ефективності вжитих заходів контролю та профілактики. Піднято питання оптимізації стратегій для подальшого зміцнення ветеринарного благополуччя. Дослідження має на меті сприяти розробці науково-обґрунтованих методів з покращення епізоотичного контролю та запобігання поширенню інфекцій серед тварин. Дослідження спрямоване на розробку науково-обґрунтованих підходів до оптимізації епізоотичного контролю та превентивних заходів проти розповсюдження інфекційних захворювань серед популяції тварин.*

***Annotation.** This article analyzes the epizootic situation in Ukraine regarding infectious diseases of animals for the period of 2018-2023. The main attention is paid to the dynamics of changes in diseases such as leukemia, tuberculosis, brucellosis and others. The results indicate positive changes in the epizootic situation, especially in the context of salmonellosis and rabies. The effectiveness of the control and prevention measures taken was assessed. The issue of optimizing strategies to further strengthen veterinary welfare was raised. The study aims to contribute to the development of scientifically based methods to improve epizootic control and prevent the spread of infections among animals. The research is aimed at developing scientifically based approaches to optimize epizootic control and preventive measures against the spread of infectious diseases among animal populations.*

***Вступ.** Інфекційні захворювання тварин завжди були в центрі уваги вчених, фахівців у сфері ветеринарної медицини та аграрних підприємців, адже вони впливають не лише на здоров'я тварин, але й на економічну стабільність сільськогосподарських галузей. Епізоотична ситуація, пов'язана з цими захворюваннями, може змінюватися під впливом різних факторів: кліматичних умов, діяльності людини, екологічних змін та ін.*

---

<sup>6</sup>Науковий керівник: кандидат ветеринарних наук, доцент Аліна Колечко.

Сучасний світ вимагає швидкого виявлення, реагування та запобігання поширенню інфекцій серед тварин, що може стати загрозою як для вітчизняного так і світового ринку.

Україна, з її розгалуженою аграрною індустрією, стоїть перед викликом забезпечення ефективного контролю за інфекційними захворюваннями тварин, щоб забезпечити безпеку своєї продукції та захисту здоров'я тварин.

*Мета дослідження полягає* у визначенні актуальної епізоотичної ситуації щодо інфекційних захворювань тварин, аналіз основних факторів, які впливають на її динаміку, та розробка рекомендацій для ефективного контролю та профілактики цих захворювань.

*Виклад основного матеріалу.* Як стверджує А.Ф. Каришева Епізоотична ситуація — це «комплексна характеристика поширення інфекційних захворювань серед популяцій тварин у певному регіоні або території протягом певного часового періоду» [1, с. 104]. Вона включає в себе аналіз частоти та інтенсивності спалахів захворювань, кількість заражених та померлих тварин, а також динаміку розповсюдження інфекцій. Епізоотична ситуація відображає ступінь ризику для здоров'я тварин та можливість передачі інфекційних агентів людині. Вона залежить від багатьох факторів, таких як біологічні особливості патогенів, умови утримання тварин, кліматичні умови, а також від заходів, що застосовуються для контролю та профілактики захворювань.

Згідно з (табл.1), Африканська чума свиней є вірусною патологією, представляє особливу загрозу через її здатність призводити до масової загибелі свиней. Передача вірусу здійснюється за допомогою контакту з інфікованими свинями або через їхні відходи. Клінічні прояви включають гарячку, порушення дихання, кровотечі та анорексію. Вірусологічні та серологічні методи дозволяють точно діагностувати цю хворобу.

Ящур (табл.1), що також є вірусною інфекцією, передається через контакт з інфікованими особами або через заражені предмети. Головні симптоми — це висип на шкірі, гарячка та загальна слабкість. Вірусологічні методи та ПЦР є засобами діагностики цього захворювання. Туберкульоз — бактеріальна патологія, яка передається повітрянокрапельним шляхом, особливо через інгаляцію інфікованих частинок аерозолу. Серед найбільш поширених симптомів — кашель, втрата ваги, підвищена температура. Методи мікроскопії, культурного дослідження та ПЦР визнані ефективними у діагностиці туберкульозу.

Бруцельоз (табл.1), інша бактеріальна інфекція, пов'язана з контактом з інфікованими тваринами або консумуванням їхнього молока. Симптоми включають гарячку, поти, артрит та втрату апетиту. Серологічні тести та культурний метод — основні інструменти його діагностики. Аспергільоз, грибкова патологія, є результатом інгаляції спор *Aspergillus*. Це захворювання проявляється кашлем, дихальною недостатністю та втратою ваги. Мікроскопія та культурний метод допомагають у виявленні цього захворювання.

Таблиця 1

## Класифікація основних інфекційних захворювань тварин

Назва захворювання	Тип	Причини виникнення	Симптоми	Методи діагностики
Африканська чума свиней	Вірусне	Контакт з інфікованими свинями або їхніми відходами	Висока температура, порушення дихання, втрата апетиту, кровотечі	Вірусологічні, серологічні методи
Ящур	Вірусне	Контакт з інфікованими особами або предметами	Висип на шкірі, гарячка, слабкість	Вірусологічні методи, ПЦР
Туберкульоз	Бактеріальне	Інгаляція інфікованих частинок аерозолу	Кашель, втрата ваги, підвищена температура	Мікроскопія, культурний метод, ПЦР
Бруцельоз	Бактеріальне	Контакт з інфікованими тваринами чи їхнім молоком	Гарячка, поти, артрит, втрата апетиту	Серологічні тести
Аспергільоз	Грибкове	Інгаляція спор грибів	Кашель, дихальна недостатність, втрата ваги	Мікроскопія, культурний метод
Гельмінтози	Паразитарне	Поглинання яєць гельмінтів з забрудненою їжею або водою	Втрата ваги, діарея, слабкість	Мікроскопія (виявлення яєць в калі)
Птичий грип	Вірусне	Контакт з інфікованими птахами	Гарячка, дихальні порушення, висип на шкірі	Серологічні методи, ПЦР
Сказ	Вірусне	Укус інфікованої тварини	Агресія, порушення нервової системи, слиновиділення	Серологічні методи, біопсія мозку
Лептоспіроз	Бактеріальне	Контакт з водою чи ґрунтом	Гарячка, жовтяниця, порушення нирок	Серологічні методи, культурний метод, ПЦР

Гельмінтози, паразитарні інфекції, асоційовані з поглинанням яєць гельмінтів із забрудненою їжею чи водою, викликають симптоми, такі як втрата ваги, діарея та слабкість. Мікроскопія, зокрема виявлення яєць у калі, є ключовим методом діагностики. Птичий грип, вірусна патологія, що передається через контакт з інфікованими птахами, супроводжується гарячкою, дихальними порушеннями та висипами на шкірі. Серологічні методи та ПЦР використовуються для його виявлення.

Сказ — екстремально небезпечна вірусна патологія, передача якої відбувається через укус інфікованої тварини. Агресія, порушення центральної

нервової системи та гіперсалівація — основні прояви. Серологічні методи та біопсія мозку допомагають встановити діагноз. Лептоспіроз, бактеріальний зооноз, асоційований з контактом з водою або ґрунтом. Гарячка, жовтяниця та порушення нирок є його ключовими симптомами [3, с. 61]. Серологічні методи, культурний метод та ПЦР служать засобами його діагностики.

Розуміння цих захворювань та їх епідеміології має вирішальне значення для ветеринарної безпеки України, що вимагає постійного моніторингу та розвитку превентивних заходів.

Досліджуючи дані епізоотичної ситуації в Україні (табл.2), можна відзначити певні тенденції. Спочатку розглянемо ситуацію з Туберкульозом ВРХ. Початкова кількість випадків у 2018 році становила 10 випадків. З 2018 до 2019 року спостерігалось зменшення кількості випадків, але в 2020 році відбулося невелике збільшення.

**Таблиця 2**

**Епізоотична ситуація в Україні, 2018-2023 рр.**

Назва хвороби	Виявлено в 2018	Виявлено в 2019	Виявлено в 2020	Виявлено в 2021	Виявлено в 2022	Виявлено в 2023
Туберкульоз ВРХ	10	7	8	4	2	2
Лейкоз ВРХ	1225	1587	1431	1292	1252	998
Бруцельоз	0	0	0	2	1	1
Сальмонельоз	647494	181012	150332	14554	115654	10223
Сказ	1272	742	651	589	498	401
Трихінельоз	7	18	15	13	14	9

Однак, після 2020 року ситуація стабілізувалася і показники захворюваності залишались на рівні 2 випадків на рік. Це вказує на ефективність методів діагностики та лікування, які були впроваджені після 2018 року.

Лейкоз ВРХ продемонстрував приріст у 2019 році, але після цього йшло постійне зниження. Це може свідчити про вдосконалення системи профілактики та своєчасного виявлення хвороби, що дозволило контролювати її поширення.

Щодо Бруцельозу, він не реєструвався до 2021 року. Це може говорити про ефективність заходів, прийнятих для його запобігання у попередні роки. Однак поява випадків у 2021 році вказує на необхідність посилення відповідних заходів.

Що стосується Сальмонельозу, то велика кількість випадків у 2018 році може бути пов'язана з особливо активним поширенням інфекції або проблемами з якістю харчових продуктів. Проте значне зниження в наступні роки вказує на успішне впровадження контрольних заходів та профілактичних заходів. Сказ має тенденцію до постійного зниження, що може бути результатом введення масової вакцинації та профілактичних заходів для домашніх тварин.

Трихінельоз та АЧС також демонструють зниження кількості випадків, свідчачи про ефективність контрольних заходів, прийнятих на державному рівні.

Згідно з цим, можна стверджувати, що Україна робить важливі кроки для контролю та запобігання епізоотичних захворювань. Зусилля в сфері профілактики, діагностики та лікування дозволили знизити кількість випадків більшості захворювань за аналізований період.

Ефективний контроль та профілактика інфекційних захворювань тварин в Україні вимагає глибокої експертної діяльності з урахуванням реальної епізоотичної ситуації. На основі проведеного дослідження, можна рекомендувати наступні методи для ефективного відстеження та профілактики захворювань.

Використання цільової вакцинації є основою для створення стійкого імунітету в популяціях тварин. На основі регулярних досліджень динаміки епізоотій у регіонах України можна налаштувати календар вакцинації, зосереджуючись на найбільш вразливих групах тварин [5].

Стандартизація та зміцнення біобезпеки в господарствах є ключем до обмеження контактів між здоровими та інфікованими тваринами. Це включає перевірку систем вентиляції, дезінфекційні процедури та обмеження доступу сторонніх осіб до тварин. Регулярний моніторинг здоров'я тварин допомагає своєчасно ідентифікувати перші ознаки захворювань. За допомогою лабораторних спостережень та аналізу, можна точно визначити наявність патогенів і швидко реагувати на зміни в епізоотичній обстановці.

Враховуючи глобалізацію та посилення торговельних відносин, контроль на кордонах та ретельна перевірка імпортованих тварин має первинне значення для запобігання внесенню нових патогенів на територію України.

Досягнення стабільної епізоотичної обстановки вимагає комплексного підходу, глибокої експертної думки та активної взаємодії різних організацій, які займаються здоров'ям тварин. Наукова спільнота та практикуючі ветеринари мають працювати разом, щоб застосовувати найкращі методи та стратегії для забезпечення здоров'я тварин в Україні.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** На основі проведеного аналізу епізоотичної ситуації в Україні щодо інфекційних захворювань тварин можна визначити декілька ключових аспектів. У період 2018-2023 років спостерігалась позитивна динаміка в управлінні більшістю інфекційних захворювань тварин. Зокрема, значне зниження випадків таких захворювань, як сальмонельоз, лейкоз ВРХ та сказ.

Застосовані методи контролю та профілактики, включаючи цільову вакцинацію, стандартизацію та зміцнення біобезпеки, а також регулярний моніторинг здоров'я тварин, демонструють свою ефективність у відстеженні та профілактиці інфекційних захворювань.

Проте, є можливість для покращення профілактичних дій. Необхідно зосередити увагу на розробці нових та удосконаленні існуючих методів



діагностики, лікування та профілактики, що б дозволило ще більш ефективно контролювати епізоотичну ситуацію.

З урахуванням вищенаведеного, перспективи подальших досліджень можуть включати:

❖ Розробка нових вакцин і медикаментозних препаратів, які були б спрямовані на профілактику та лікування конкретних інфекційних захворювань.

❖ Впровадження інноваційних технологій для моніторингу та діагностики захворювань тварин в реальному часі.

❖ Дослідження екологічних факторів та їх впливу на епізоотичну ситуацію, з метою розробки ефективних стратегій управління ризиками.

Враховуючи значущість проблеми інфекційних захворювань тварин для громадського здоров'я та економіки України, наголошується на важливості подальших наукових досліджень у цій сфері.

### Список використаних джерел

1. Спіцина Т. Л., КорейбаЛ. В., Іванців С. М. Розповсюдження хвороб шкіри у тварин в умовах клініки ветеринарної медицини Жовтневого та Бабушкінського районів м. Дніпро. Вісник ЖНАЕУ. 2017. Т. 3, № 2 (63). С. 164–167.

2. Dubrow R. Climate Change: An Enduring Challenge for Vector-Borne Disease Prevention and Control. *Nat. Immunol.* 2020. 695 p.

3. Гопко Н. В., Задорожна В. І., Протас С. В., Гарас М. Н. Особливості етіологічної структури та регіональної захворюваності на лептоспіроз в Україні. Проблеми військової охорони здоров'я. 2016. Вип. 45(2). С. 60-66.

4. Doganay GD, Ayaz N, Gezen R, et al. Assessment of Brucellosis knowledge and practices among veterinarians in Turkey. *Turk J Vet Anim Sci.* 2017;41(3):376-382.

5. Півоваров О. П., Крупяк І. В., Канюка Я. В. (2020). Ендемічність теплим кліматом хвороб у сільських тварин в Україні. Ветеринарія, технологія тваринництва та природокористування, 1(38), 90-101.

6. Korniienko, L. Y., Pyskun, A. V., Tsarenko, T. M., Ukhovskiy, V. V., Kyivska, G. V., Moroz, O. A., Kovalenko, V. L., & Aliekseieva, G. B. (2020). Retrospective analysis of the epizootic situation of enzootic bovine leukosis in Ukraine in 1994–2019 . *Regulatory Mechanisms in Biosystems* , 11 (3), 372-377. <https://doi.org/10.15421/022057>

Вікторія ЗАВАЛА<sup>7</sup>,  
студентка 2-го курсу  
факультет технології виробництв і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЩУКИ

***Анотація.** Важлива роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни відведено рибницькій галузі. Її діяльність спрямована на забезпечення населення товарною рибою високої якості та у достатній кількості. Для забезпечення цього рибогосподарські комплекси повинні впроваджувати сучасні технологічні прийоми та проводити дослідження з оптимізації процесу виробництва і пошуку нестандартних підходів до вирощування риби.*

***Annotation.** An important role in ensuring the country's food security is assigned to the fishing industry. Its activities are aimed at providing the population with commercial fish of high quality and in sufficient quantity. To ensure this, fishing complexes must implement modern technological techniques and conduct research on optimizing the production process and finding non-standard approaches to fish farming.*

**Вступ.** Перспективним методом підвищення рибопродуктивності є вирощування щуки у нагульних ставах для зменшення негативного впливу смітної риби і отримання додаткової високоякісної продукції. Це забезпечується тим, що щука виконує роль меліоратора водойми, а також має дієтичне м'ясо з низьким вмістом жиру [3, 4].

Щука є аборигенним видом, відповідно, здатна витримувати перепади різних параметрів води: стійка до дефіциту розчиненого кисню, пониженого до норми значення рН у 4,3 та спроможна гостро не реагувати на підвищення температури до 30°C.

Можливості вирощування щуки навіть більші у озерах, річках і водосховищах; чисельність та різноманітність водойм в Україні забезпечує значну варіативність технологічних параметрів. Їх оптимізація і правильне впровадження здатні допомогти підвищити продуктивність рибництва, позитивні наслідки чого очевидні [1, 2, 5].

Аквакультура представляє собою набір методів ефективного вирощування риби, застосовуючи для цього інтенсивні технології та сучасні наукові дослідження.

**Виклад основного матеріалу.** Описані дослідження були проведені на базі

---

<sup>7</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач Віта Главатчук.

водних об'єктів відокремленого структурного підрозділу «Чернятинський фаховий коледж Вінницького національного аграрного університету». Лабораторний аналіз здійснювався у лабораторії кафедри Технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі.

Водні об'єкти, де було визначено параметри перспективної технології вирощування щуки характеризуються відповідністю до здійснення наукових експериментів: загальна площа водного дзеркала становить 113 га, аквакультура здійснюється у полікультурі – короп, білий товстолоб, білий амур; запроваджена технологія використовує сучасні методи ведення рибництва з комплексною годівлею, автоматизацією багатьох технологічних процесів, веденням обліку.



*Рис. 1. Загальний вигляд щуки у ареалі*

У дослідних ставах вивчали температурний режим води, хімічні показники, проводили дослідження природної кормової бази ставів.

При вирощуванні риби температура води відіграє велике значення, так як є безперечною умовою життя. Екологічне значення температури проявляється через дію на розподіл риби у водоймі та на швидкість протікання різних життєвих процесів. З її підвищенням обмінні процеси у риб пришвидшуються.

Температура води істотно не відрізнялася у досліджуваних нагульних ставах господарства, перебуваючи в межах, характерних для лісостепової зони України. Температурний режим в ставах був у таких межах: квітень – 8,7-9,4°C; травень – 15,3-15,6°C; червень – 20,8-22,0°C; липень – 21,5-24,9°C; серпень – 20,1-20,6°C; вересень – 15,6-16,8°C; жовтень – 8,0-8,5°C.

Середні показники температури води за вегетаційний сезон у ставах були на рівні 16,7-17,1°C. Температурний режим кожний вегетаційний сезон характеризувався певними температурними особливостями.

Кількість кисню у воді залежить від хіміко-біологічного стану водойми. Хоча в окремих випадках необхідно було шляхом внесення вапна, регулювання водообміну та режиму годівлі оптимізувати гідрохімічний стан.

На загальний хімічний аналіз воду відбирали три рази за сезон. Період

вирощування риби у господарстві тривав 145 днів. Температурний режим протягом вегетаційного сезону був вищим від середньо-багаторічного і відрізнявся відносною стабільністю. Загальна кількість днів з температурами вище 20°C – 70 (табл. 1).

Від рівня рН залежить розвиток водних рослин, характер перебігу продуктивних процесів. Нормальний рівень водневого показника не повинен виходити за межі 6,5-8,5.

Водневий показник характеризує активну реакцію середовища, тобто величину кислотності або лужності. Для коропових ставів рекомендується, щоб вода була із нейтральною або слаболужною реакцією (рН 7-8). Вода нагульних ставів після залиття та зариблення мала слаболужне середовище, де величина водневого показника (рН) коливалась у межах 7,0-7,6.

**Таблиця 1**

*Хімічні показники водойми дослідних ставів*

Показники якості води	Номер ставу	
	1	2
Водневий показник рН	7,8	7,6
Вуглекислий газ CO <sub>2</sub>	18,2	18,5
Окисненість, мгО/л	17,8	18,0
Амонійний азот NH <sup>+</sup> , мгN/л	0,92	0,88
Нітрити NO <sub>2</sub> , мгN/л	0,03	0,02
Нітрати NO <sub>3</sub> , мгN/л	0,03	0,04
Мінеральний фосфор PO <sup>3-</sup> , мгP/л	0,14	0,12
Загальне залізо Fe <sup>2+3</sup> , мгFe/л	0,81	0,85

Суттєвий вплив на сольовий склад води має температура. Улітку концентрація катіонів і аніонів збільшується за рахунок випаровування. На збільшення іонів кальцію у цей період також має вплив періодичне вапнування ставів.

Вміст розчиненого у воді кисню не завжди відповідав вимогам риб, що вирощувались. Доволі високі концентрації кисню відмічені з початку сезону до першої декади липня (3,9-7,5 мг O<sub>2</sub>/л). Потім починається його помітне зниження до 5,0, а в окремі періоди і до 2,5 мг O<sub>2</sub>/л. Найбільш несприятливим у цьому відношенні виявився липень. Цей місяць характеризується високою температурою води, значним навантаженням на стави органічними речовинами у вигляді самої риби з її обмінними процесами, використовуваних штучних кормів.

Концентрація амонійного азоту у воді всіх ставів досягала 0,92-0,88 мг N/л за нормативом 1,0 мг N/л.

Вивчення динаміки вмісту біогенних елементів показало, що показник концентрації амонійного азоту ( $\text{NH}^+$ ) у воді всіх ставів не перевищував нормативи і досягав 0,88-0,92 мг N/л за<sup>4</sup> нормативних значень – 1,0 мг N/л. Високі концентрації амонійного азоту у воді можуть негативно впливати на рибу.

Вміст нітритного азоту складав 0,02-0,03 мг N/л (при нормативному значенні – 0,1 мг N/л), нітратного – 0,03-0,04 мг N/л (при нормативному значенні – до 2 мг N/л) і не перевищував нормативи, що свідчить про активний процес нітрифікації, де кінцевим продуктом є нітратний азот.

Концентрація мінерального фосфору не перевищувала нормативні значення у воді нагульного ставу №1 і 2 в усіх пробах – 0,14-0,12 мг P/л, при нормативному значенні – 0,5 мг P/л, що зокрема свідчить про розвиток фітопланктону, який споживає амонійний азот та мінеральний фосфор.

Показник загального заліза у воді складала від 0,81 до 0,85 мг Fe/л, за оптимального нормативного показника – 1,0 мг Fe/л.

Термічний та гідрохімічні режими вказують на те, що умови вирощування товарної риби у нагульних ставах були сприятливими. Хоча в окремих випадках необхідно було шляхом внесення вапна, регулювати водообмін та режим годівлі оптимізувати відповідно до правильного гідрохімічного стану.

Напрямок розвитку полікультури у рибництві є перспективним напрямком, що з кожним роком розвивається та ефективно впроваджується у рибництві. Полікультура базується на таких основних об'єктах аквакультури, як короп та рослиноїдні риби, а також додаткових – щука, сом, судак, лин, карась.

Застосовуючи різні технології вирощування, короп є основним об'єктом, адже має високі продуктивні властивості й широкий спектр живлення. Нині особлива увага в розвитку полікультури спрямована на вирощування щуки. Зариблення щукою приносить не тільки додаткову рибопродуктивність за рахунок реалізації потенціалу росту, поїдаючи малоцінні види риб, виступаючи в ролі біомеліоратора, а й стимулює ріст основних видів риб.

Різниця між загальною і природною рибопродуктивністю є рибопродуктивністю, одержана завдяки інтенсифікаційним заходам (переважно це годівля та удобрення ставів). Використовуючи раціональну екосистему ставків при спрямованому формуванні її трофічних ланок за оптимальної полікультури, можна отримати природну рибопродуктивність при випасній формі рибництва від 1 до 1,6 т/га і більше. Як приклад наведено схему полікультури риб за випасного вирощування товарної риби у поліській зоні країни, дворічний цикл (табл. 2).

У наведеній полікультурі при дотриманні вимог ведення рибоводного процесу за власної технології загальна рибопродукція може становити 1,4 т/га.

Молоді екземпляри судака та щуки у вирощувальних ставках також вирощують у монокультурі. Посадка здійснюється із розрахунку – щоб до осені цьогорітки змогли досягти маси 7-25 г. Загальний приріст маси за період

вирощування досягає 300 кг/га, а у полікультурі навіть більше, відхід становить близько 35-40% від посадки. Восени молодь з вирощувальних ставів випускають у основний став.

**Таблиця 2**

*Схема загальної рибопродукції в полікультурі*

Вид рибу полікультурі	Вік	Щільність	Вихід, %	Середня Кінцева	Рибо-продукція
Короп	1	1500	80	400	0,50
Гібрид білого амура зі строкатим	1	2000	80	400	0,65
Білий амур	1	200	80	400	0,06
Товстолоб	1	800	80	350	0,20
Щука	личинка	200	30	250	0,02

Заводська методика отримання ікри полягає у добуванні в зрілих плідників та запліднення й інкубація у інкубаційних апаратах. Личинок після 1,5-2-денного витримування розміщують у малькові стави та вирощують 8-12 днів, після чого їх пересаджують у вирощувальні стави, де вони утримуються до осені.

Вирощування товарної щуки у ставкових господарствах представлено даною системою. У кожному повносистемному рибному господарстві потрібно мати виробників, від яких можна отримувати мальків для посадки у нагульні стави.

Щоб отримати якісне потомство, вирощування цьоголіток й подальшого відбору з їх числа особин на плем'я щук слід брати з головних нагульних ставів, водосховищ та озер. У перший рік племінних цьоголітків вирощують в нагульних ставах в змішаній посадці з коропом. При відборі на плем'я вибирають не лише найбільших цьоголіток, але і представників середніх розмірів, адже інакше можна отримати тільки самок, що ростуть значно швидше самців (стать у цьоголіток стає помітною восени – за статевими продуктами при розтині). Після визначення середньої маси самців на кожного крупного цьоголітка щуки (самки) відбирають по 5 цьоголіток з вагою, характерною для самців. На наступний рік ремонтний молодняк можна вирощувати у коропових маточних ставах, де дворічні щуки принесуть користь, поїдаючи мальків коропа і карася.

При посадці щук для зимового утримання в земляні садки до них підсаджують з розрахунку на 1 щуку 15-20 цьоголіток срібного карася, а також плітку, виловлюються восени зі ставків (табл. 3).

Наведена таблиця свідчить про важливу роль щуки в проведенні біологічної меліорації водойми.

Необхідна кількість маточного поголів'я щуки для господарства обчислюється у залежності від потреби в мальках для зариблення ставів і способу розмноження щуки.

**Таблиця 3**

**Технологія вирощування щуки в полікультурі**

№ п/п	Вид та вік риби	Кількість тис. шт.	Маса	
			Середня, г	Усього, кг
1	Короп 2-х річний	42, 487	215	9103
2	Товстолоб 2-х річний	40, 172	375	15063
3	Карась	4	50	200
4	Білий амур 2- річний	7, 22	240	1733
5	Щука 1 рік	4, 682	265	1239
6	Сом	0,8	200	160
Усього		99,361	27 498	

За природного розмноження у ставах від кожного гнізда можна отримати у середньому не більше 5-10 тис. мальків.

Товарних цьоголіток щуки можна та доцільно вирощувати як у порівняно невеликих, так і у достатньо великих за розмірами нагульних коропових ставах, за умови розповсюдження в них смітної риби, а також ці стави мають бути спускними.

Стави слід зарибнювати личинками. Обов'язковою умовою при цьому є розосередження їх уздовж прибережної мілководної частини водойми. У такому випадку наявні додаткові затрати часу, проте це вкрай необхідно. Якщо личинок щуки випускати скупчено у обмежений водний простір, то в подальшому більш великі за масою знищать менших за розмірами представників.

**Висновок.** Вирощування основних об'єктів рибництва покращується завдяки впровадженню у полікультуру щуки. Вона поїдає малоцінну рибу, що сприяє кращій продуктивності росту коропа і рослиноїдних риб. Окрім цього сама щука є цінним об'єктом промислу, який наближає умови вирощування товарної риби у господарствах до природних.

Найвищої результативності можна досягнути завдяки точному підбору технологічних параметрів усього процесу вирощування риби. Тут мають бути враховані численні фактори: температурний режим водойми, розчинені речовини, розвиток природної кормової бази, оптимальна щільність посадки риб, раціональне співвідношення видів у полікультурі тощо.

Таким чином дана технологія за відповідних параметрів забезпечує більшу ефективність галузі та створює передумови для підвищення її конкурентоспроможності.

### Список використаних джерел

1. Андрищенко А.І., Алімов С.І., Захаренко М.О., Вовк Н.І. Технології виробництва об'єктів аквакультури: навчальний посібник. Київ. 2006, 336 с.
2. Білявцева В.В. Efficiency of growing marketable carp. Аграрна наука та харчові технології. 2019. Вип 4. (107). С 149-159.
3. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е. М. Екологія і охорона навколишнього середовища. К: Княгиня Ольга, 2005. 302 с.
4. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В.В., Гуцол А.В., Мушит С.О., Войтишина Д.Й, Клименко О.М., Шепелюк С.М. Реабілітація порушених річкових та озерних систем (гідроекологія, іхтіологія, економіка, управління): Лабораторний практикум. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 424 с.
5. Грициняк І.І., Гринжевський М.В., Третяк О.М., Ківа М.С., Мрук А.І. Фермерське рибництво. К.: Герб, 2008. 560 с.

**Юлія ЗАДОРЖНЮК<sup>8</sup>**,  
студентка 5-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ В ПАТОЛОГІЧНІЙ АНАТОМІЇ ТВАРИН

***Анотація.** У статті висвітлюється використання імуногістохімії для виявлення маркерів патологічних станів, молекулярної генетики для розкриття молекулярних механізмів захворювань та електронної мікроскопії для дослідження структури тканин та клітин на найменшому рівні деталізації. Також розглядається роль магнітно-резонансної та комп'ютерної томографії у вивченні тривимірної структури органів, варто звернути увагу на важливість флуоресцентної мікроскопії та мас-спектрометрії у виявленні специфічних молекул та хімічних змін у тканинах. Окреслюється роль образного дослідження за допомогою світлового мікроскопа у детальному аналізі структурних та морфологічних змін в патологічних процесах. Дана стаття сприяє поглибленому розумінню ролі і впливу сучасних методів на ветеринарну медицину та дослідження патологічних процесів у тварин.*

---

<sup>8</sup>Науковий керівник: кандидат ветеринарних наук, доцент Аліна Колечко.



**Anotation.** *The article highlights the use of immunohistochemistry to detect markers of pathological conditions, molecular genetics to reveal the molecular mechanisms of diseases, and electron microscopy to study the structure of tissues and cells at the smallest level of detail. The role of magnetic resonance and computer tomography in the study of the three-dimensional structure of organs is also considered, it is worth paying attention to the importance of fluorescence microscopy and mass spectrometry in the detection of specific molecules and chemical changes in tissues. The role of imaging using a light microscope in the detailed analysis of structural and morphological changes in pathological processes is outlined. This article contributes to a deeper understanding of the role and impact of modern methods on veterinary medicine and the study of pathological processes in animals.*

**Вступ.** Патологічна анатомія тварин відіграє важливу роль у вивченні та розумінні захворювань, які впливають на тваринний організм. Здоров'я тварин є однією з ключових складових їх добробуту та відіграє важливу роль у забезпеченні продукції харчових продуктів для людства.

Сучасні методи дослідження в патологічній анатомії тварин надають нам унікальну можливість детально вивчати та аналізувати патологічні зміни на різних рівнях організації тканин та клітин.

Інноваційні методи образної діагностики, такі як комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія та сканування позитронної емісії, дозволяють отримувати високороздільні зображення патологічних змін у внутрішніх органах без необхідності використання інвазивних методів.

Молекулярні аналізи стали невід'ємною частиною сучасних досліджень у патологічній анатомії тварин. Дослідження генетичних та біомолекулярних механізмів патологічних процесів дозволяють зрозуміти глибоку сутність хвороб та розробляти більш точні методи їх діагностики та лікування. Дослідження патологічних змін за допомогою мікроскопії має важливу роль у розумінні патологічних процесів на клітинному рівні. Сучасні технології дозволяють отримувати детальні зображення тканин та клітин з високою роздільною здатністю, що допомагає виявляти навіть найменші зміни, які відбуваються в організмі тварин.

В цій статті ми проведемо огляд сучасних методів дослідження в патологічній анатомії тварин, висвітлимо їхню важливість у ветеринарній медицині та патологічних дослідженнях.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні методи дослідження в патологічній анатомії тварин включають широкий спектр технік та технологій, які дозволяють вивчати патологічні процеси та структурні зміни в організмах тварин з високою точністю та деталізацією. Ось деякі з цих методів: імуногістохімія, молекулярна генетика, електронна мікроскопія, магнітно-резонансна томографія (МРТ), комп'ютерна томографія, мас-спектрометрія, флуоресцентна мікроскопія, образне дослідження за допомогою світлового мікроскопа.

Характеристика методів дослідження в патологічній анатомії тварин.

Імуногістохімія є потужним інструментом в паталогічній анатомії тварин, який дозволяє досліджувати розподіл та експресію специфічних білків та молекул у тканинах тваринного організму. Цей метод базується на взаємодії антитіл зі специфічними антигенами у зразках тканин, що дозволяє визначити локалізацію та концентрацію молекул і визначити патологічні зміни.

Імуногістохімія може бути використана для ідентифікації клітинних популяцій, визначення ступеня диференціації пухлин, виявлення патологічних акумуляцій або депозитів речовин у тканинах. Вона дозволяє з'ясувати взаємодію між біологічними молекулами та їх функціонування у патологічних умовах.

Однією з переваг імуногістохімії є здатність проводити локалізаційний аналіз на мікроскопічному рівні, що дозволяє точно визначити місце знаходження молекул у тканинах. Вона також дозволяє вивчати динаміку змін у часі та зрозуміти процеси регенерації та відновлення.

Завдяки використанню специфічних антитіл та фарбуванню, імуногістохімія може бути використана для одночасного аналізу декількох маркерів в одному зразку тканини, що розширює можливості досліджень.

Молекулярна генетика є сучасним та потужним методом дослідження в паталогічній анатомії тварин, який дозволяє глибоко розглядати молекулярні механізми патологічних процесів на генетичному рівні.

1. Вивчення генетичних мутацій: Молекулярна генетика дозволяє ідентифікувати генетичні мутації, які можуть бути в основі розвитку патологічних станів у тварин, та з'ясувати їх вплив на функцію органів та тканин.

2. Дослідження експресії генів: Методи молекулярної генетики дозволяють вивчати, які гени активуються або пригнічуються під час розвитку патологічних станів, що допомагає розуміти їхні молекулярні механізми.

3. Виявлення генетичних варіацій: Молекулярна генетика дозволяє виявляти генетичні варіації, які можуть впливати на схильність тварин до певних захворювань або відповідь на лікування.

4. Підтвердження діагнозу: Аналіз генетичних мутацій може підтвердити діагноз певних генетичних захворювань, допомагаючи встановити точний причинний зв'язок між мутацією та патологією.

5. Розробка персоналізованих методів лікування: Вивчення генетичних варіацій дозволяє розробляти персоналізовані підходи до лікування, враховуючи індивідуальні особливості тварин.

6. Моніторинг лікування: Методи молекулярної генетики можуть служити для оцінки ефективності лікування та визначення впливу лікарських препаратів на рівень експресії певних генів.

7. Вивчення патогенезу: Дослідження молекулярних механізмів допомагає розкрити патогенетичні шляхи розвитку захворювань та з'ясувати ключові фактори, що впливають на їх виникнення.

8. Виявлення генетичних маркерів: Молекулярна генетика дозволяє виявляти специфічні генетичні маркери, які можуть бути корисними для діагностики та прогнозування розвитку патологічних станів.

9. Порівняльний аналіз: Методи молекулярної генетики дозволяють проводити порівняльний аналіз генетичних особливостей різних видів тварин та встановлювати спільні механізми розвитку захворювань.

10. Розробка нових методів діагностики та терапії: Молекулярна генетика є основою для розробки нових методів діагностики та лікування патологічних станів, що сприяє покращенню якості ветеринарної медицини та добробуту тварин.

Електронна мікроскопія є потужним інструментом у сучасних дослідженнях патологічної анатомії тварин, який дозволяє отримувати високоякісні зображення структур на найменшому рівні деталізації. Цей метод базується на використанні електронних променів замість видимого світла, що дозволяє отримувати значно більшу роздільну здатність та підвищує можливості виявлення навіть найдрібніших структурних змін.

Електронна мікроскопія може бути використана для дослідження різних видів тканин, включаючи нервову, м'язову, епітеліальну та інші, що дозволяє отримати докладні зображення їхньої мікроструктури. Це особливо корисно при дослідженні патологічних станів та змін в структурі тканин під впливом хвороб, травм або інших факторів.

Однією з важливих переваг електронної мікроскопії є можливість отримання тривимірних зображень, що дозволяє досліджувати структури з різних кутів та планів, що покращує розуміння їхньої організації та взаємодії.

Однак, електронна мікроскопія вимагає спеціалізованого обладнання та підготовки зразків, яка може бути часо- та працезатратною. Також важливо пам'ятати, що цей метод дослідження є інвазивним, оскільки вимагає підготовки та обробки тканин для аналізу.

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) є високоточним та невід'ємним методом дослідження в патологічній анатомії тварин, який дозволяє отримувати детальні тривимірні зображення м'яких та твердих тканин організму без використання іонізуючого випромінювання.

1. Висока роздільна здатність: МРТ забезпечує високу роздільну здатність, що дозволяє виявляти навіть найменші патологічні зміни в тканинах та органах тварин.

2. Неінвазивний характер: Метод є неінвазивним, тобто не потребує хірургічного втручання або введення контрастних речовин, що зменшує ризик для пацієнта.

3. Вивчення різних аспектів: МРТ дозволяє досліджувати різні аспекти органів та тканин, включаючи їх структуру, об'єм, функціонування та кровопостачання.

4. Велика глибина проникнення: МРТ може вивчати глибоко розташовані органи та тканини, що не завжди доступні для інших методів дослідження.

5. Специфічні контрастні можливості: метод дозволяє застосовувати різні типи контрастних речовин для покращення візуалізації конкретних структур.

6. Мультиmodalність: МРТ може бути поєднаний з іншими методами дослідження, такими як комп'ютерна томографія чи позитронно-емісійна томографія, для отримання більш повної інформації.

7. Діагностика захворювань: МРТ допомагає виявляти патологічні стани, такі як пухлини, запальні процеси, крововиливи та інші.

Комп'ютерна томографія (КТ) є сучасним методом образної діагностики, який здійснює неінвазивне вивчення структури внутрішніх органів тварин з високою деталізацією та тривимірністю. Основним принципом КТ є використання рентгенівських променів, які проходять через органи тварин і реєструються детекторами, що обертаються навколо тіла пацієнта.

Слід відзначити його високу роздільну здатність, завдяки якій можна виявляти навіть найдрібніші анатомічні зміни та патологічні утворення. Цей метод також дозволяє отримувати тривимірні реконструкції внутрішніх органів, що сприяє більш точному аналізу їх структури та змін.

Комп'ютерна томографія є неінвазивним, безболісним та швидким методом, що дозволяє проводити дослідження у живих тварин без необхідності використання хірургічних втручань. Важливою перевагою є можливість вивчення м'яких тканин та кісток одночасно, що робить метод універсальним для різних типів досліджень.

Цей метод знаходить широке застосування в патологічній анатомії тварин, де він використовується для виявлення пухлин, абсцесів, травм та інших патологічних станів. Комп'ютерна томографія також допомагає визначити розміри та форму органів, оцінити їх функціональний стан та ефективність лікування.

Незважаючи на численні переваги, КТ має деякі обмеження, включаючи високу вартість обладнання та досліджень, а також необхідність використання анестезії у великих тварин. Однак завдяки своїй точності та можливостям, КТ є невід'ємною складовою сучасних досліджень в патологічній анатомії тварин, сприяючи вдосконаленню діагностики та лікування різних патологічних станів.

Мас-спектрометрія є потужним методом аналізу, який знаходить широке застосування у патологічній анатомії тварин. Цей метод дозволяє визначити масу та склад хімічних сполук у зразках тканин та рідин з високою точністю.

У мас-спектрометрії, спочатку зразок піддається іонізації, утворюючи іони з різною зарядовістю. Потім іони проходять через магнітне поле, де вони розділяються за масою та зарядом. Це дозволяє визначити масові спектри зразка, які вказують на наявність конкретних хімічних сполук.

Метод мас-спектрометрії дозволяє виявляти якісні та кількісні зміни хімічного складу у зразках. Він може використовуватися для виявлення метаболічних аномалій, наявності токсинів та інших хімічних речовин, які можуть впливати на здоров'я тварин.

Мас-спектрометрія є невід'ємною частиною досліджень у патологічній анатомії, оскільки вона дозволяє розкрити молекулярні механізми патологічних

станів. Вона також може служити інструментом для пошуку нових біомаркерів, які допомагають ранньому виявленню хвороб та контролю за їх лікуванням. Цей метод стає важливим інструментом для вивчення патологічних процесів та молекулярних механізмів захворювань у тварин.

Флуоресцентна мікроскопія є потужним методом дослідження в патологічній анатомії тварин, який базується на використанні світлових маркерів та здатності деяких речовин випромінювати світло під впливом певних довжин хвиль. Основні характеристики цього методу включають:

1. Виявлення специфічних структур: Флуоресцентна мікроскопія дозволяє виявляти конкретні молекули, білки чи структури у клітинах та тканинах тварин завдяки їхньому специфічному взаємодії з флуоресцентними маркерами.

2. Висока чутливість: Метод дозволяє виявляти навіть слабкі сигнали флуоресценції, що дозволяє досліджувати різні патологічні зміни на молекулярному рівні.

3. Висока роздільна здатність: Флуоресцентна мікроскопія дозволяє отримувати дуже деталізовані зображення, що розкривають структурні деталі тканин та клітин.

4. Опціональне фарбування: Застосування спеціальних флуоресцентних фарб дозволяє виділяти певні структури та молекули, роблячи їх видимими на зображеннях.

5. Колірний кодинг: Різні флуоресцентні маркери можуть бути позначені різними кольорами, що дозволяє одночасно вивчати декілька молекул або структур у зразках.

6. Ділянкове дослідження: Флуоресцентна мікроскопія може бути використана для вивчення ділянок тканин чи клітин, забезпечуючи можливість детального аналізу конкретних областей.

Ці характеристики роблять флуоресцентну мікроскопію важливим інструментом для вивчення патологічних станів та їхніх молекулярних основ у тварин.

Образне дослідження за допомогою світлового мікроскопа є важливим та широко використовуваним методом в патологічній анатомії тварин. Цей метод дозволяє вивчати тканини та клітини на мікроскопічному рівні з високою деталізацією. Він базується на принципі проходження світла через тканини та його подальшого фокусування.

Під час образного дослідження світловим мікроскопом, зразок тканини підданий фарбуванню, що підсилює контраст та допомагає виявити структурні зміни. Такий підхід дозволяє виділяти різні елементи, такі як клітини, ядра, та інші компоненти, для подальшого аналізу. Це допомагає виявляти патологічні зміни, такі як вогнища запалення, некрози та інші патологічні процеси.

Дослідження світловим мікроскопом також дозволяє вивчати структурні взаємодії між різними тканинами та органами. Завдяки цьому можна детально проаналізувати патологічні процеси, їх розповсюдження та взаємодію з оточуючими структурами.

Дослідження світловим мікроскопом є невід'ємною частиною патологічних досліджень тварин, допомагаючи розкрити найменші деталі патологічних процесів та сприяючи розвитку більш точних методів діагностики та лікування.

**Висновок.** Інноваційні методи діагностики дозволяють нам вивчати внутрішні органи з високою роздільною здатністю та точністю, забезпечуючи раннє виявлення патологічних змін та відповідне лікування. Сучасні методи дослідження в патологічній анатомії тварин відкривають нові горизонти для нашого розуміння патологічних процесів, сприяють вдосконаленню діагностики та лікування, а також виявленню нових та важливих аспектів здоров'я тварин. Ці методи відіграють важливу роль у підвищенні якості ветеринарної медицини та допомагають зберегти добробут та здоров'я тварин у нашому сучасному світі.

### Список використаних джерел

1. Б.В. Борисевич, В.В. Лісова, К.А. Чумаков. Патологічна анатомія тварин. Київ: Аграр Медіа Груп. 2020. 418 с.
2. Montoro Bustos, A. R., & Dellmann, H. D. (2018). Digital Imaging in Pathology in Veterinary Medicine. *Veterinary Pathology*, 55(6), 806-818.
3. Pereira, G. Q., Pereira, C. G., Corrêa, C. C., Aguiar, J. P., Alves, A. L. G., Borges, L. M. F., Kommers, G. D. (2019). Digital Pathology in Animal Health and Production: An Overview. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 41(3), 242-250.
4. Zhong, H., Yin, H., & Fang, J. (2019). Application of Virtual Microscopy and Digital Pathology in Veterinary Medicine. *Biomedical Journal*, 42(3), 161-167.
5. Elad, N., Voloshin, T., Harel, M., David, D., & Aroch, I. (2019). Virtual Microscopy for Teaching Pathology in Veterinary Medical Studies. *Journal of Veterinary Medical Education*, 46(3), 401-409.
6. Martínez-Guitarte, J. L., & Morcillo, G. (2018). Multi-Omics and Endocrine Disruption: Using the Zebrafish Model to Understand the Effects of Mixtures of Pharmaceuticals. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(5), 1527.
7. Rissiek, B., Haag, F., Boyer, O., Koch-Nolte, F., Adriouch, S., & Lohoff, M. (2017). Extracellular Nucleotide Signaling in the Pathophysiology of Autoimmune Diseases. *Autoimmunity Reviews*, 16(9), 879-888.

Ангеліна ІЖАК<sup>9</sup>,  
студентка 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЇ ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РАВЛИКІВ *HELIX ASPERSA MAXIMA*

**Анотація.** У роботі проведено дослідження щодо впливу целюлозолітичного ферментного препарату «АГРОЦЕЛЛ» на продуктивність равликів виду *Helix Aspersa Maxima*.

За результатами роботи виявлено, що додавання до раціону ферментного препарату «АГРОЦЕЛЛ» збільшує абсолютні прирости живої маси равликів на 1,2 г.

**Annotation.** In the paper, a study was conducted on the effect of the cellulolytic enzyme preparation "AGROCELL" on the productivity of snails of the species *Helix Aspersa Maxima*.

According to the results of the work, it was found that the addition of the enzyme preparation "AGROCELL" to the ration increases the absolute gains in live weight of snails by 1.2 g.

**Вступ.** Геліцекультура – це галузь тваринництва, що займається вирощуванням та використанням їстівних наземних равликів для харчових і косметичних цілей. Даний вид тваринництва має перевагу над іншими у відносній простоті технології, оскільки равлики не потребують складного технічного обладнання і догляду. Крім того, вони невибагливі у годівлі та стійкі до хвороб [3, 4, 6].

Геліцекультура має значний потенціал для розвитку в Україні, оскільки вже є суттєвий попит на равликів у ринку харчових та косметичних продуктів. У світі ця галузь також розвивається швидко і стає все більш популярною серед фермерів та бізнесменів [1, 5, 7].

При цьому, досягнення успіху в равликівництві потребує певних знань та навичок. Наприклад, важливо правильно вибрати метод вирощування, забезпечити оптимальні умови утримання і годівлі, а також дотримуватися стандартів збереження і переробки продукції.

Також варто враховувати особливості законодавства, що регулює розведення та обіг равликів, а також можливі ризики, пов'язані з забрудненням та захворюваннями тварин.

Важливою складовою розвитку геліцекультури є науково-дослідна робота

---

<sup>9</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач Віта Главатчук.

у сфері підвищення якості та кількості продукції, а також вдосконалення технологій відтворення і утримання равликів. Такі дослідження мають допомогти підвищити ефективність та зробити її більш конкурентоспроможною на ринку [2, 5, 8, 9].

Вивчення можливостей підвищення ефективності використання поживних речовин у кормах для равликів може значно збільшити прибутковість виробництва. У гелісекультурі широко застосовують ферментні препарати для поліпшення перетравлення складних сполук, зменшення негативного впливу антипоживних речовин та підвищення конверсії кормів. Використання таких препаратів у рамках гелісекультур є обґрунтованим та може позитивно вплинути на показники ефективності виробництва [10, 11].

**Виклад основного матеріалу.** Для успішного вирощування равликів на фермі необхідно створити спеціальні технологічні умови. Існує два види технологій вирощування равликів: метод замкненого циклу, який передбачає початок розмноження з лютого з маточного поголів'я, та метод вирощування молодняка равликів на відкритому полі від травня до червня. Зовнішній вигляд равлика *Helix Aspersa Maxima* наведено на рис. 1.1.



**Рисунок 1.1. Зовнішній вигляд типового представника равликів виду *Helix Aspersa Maxima***

Ферма з вирощування равликів складається з інкубатора і приміщення для утримання маточного стада, в яких створюються необхідні умови для вирощування цих молюсків. Крім того, на фермі повинен бути обладнаний вуличний вольєр для відгодівлі равликів та теплиця для утримання молодняка у перехідний період навесні.

Для ефективного вирощування равликів на фермі потрібно створити оптимальні умови утримання. Приміщення для маточного стада має бути обладнане спеціальними стелажми з деревини, які можуть бути підібрані фермером згідно з його власними потребами та можливостями. При цьому важливо передбачити стоки для води та забезпечити зручну каналізаційну мережу.

Основна увага при створенні маточного стада повинна бути приділена створенню сприятливих умов мікроклімату. Для цього необхідно забезпечити м'який клімат з температурою у діапазоні від 15 до 25 °C та підвищеною вологістю 75-95%. Проте, деякі інші види равликів можуть витримувати більш



широкий діапазон температур. Ікра, призначена для інкубації має бути відповідним чином підготовлена (рис. 1.2).



*Рисунок 1.2. Ікра, підготовлена для інкубації*

Дослідження проводилось на базі господарства «Равликова долина» у м. Жмеринка, Вінницькій області у 2023 році. Для експериментів було використано метод груп. Контрольну групу молодих равликів помістили у загоні № 3, а дослідну – у загоні № 2 (з щільністю посадки 300 шт/м<sup>2</sup>). Умови утримання та годування у зрівняльний період були однаковими, але в основний період у корм дослідних тварин було додано біологічно активну кормову добавку – целюлозолітичний фермент (табл. 2.1).

Целюлозолітичний ферментний препарат – це фермент, який виконує функцію каталізатора в організмі тварин. Його виробляють на заводі ферментних препаратів ЕНЗИМ (м. Ладижин, Україна).

Для оцінки ефективності використання дослідної біологічно активної добавки у кормі товарних равликів проводили облік витрат корму та інтенсивності їх споживання (щомісячно).

Для оцінки ефективності використання дослідної біологічно активної добавки у кормі товарних равликів проводили облік витрат корму та інтенсивності їх споживання (щомісячно).

**Таблиця 2.1**

***Характеристика схеми досліду за періодами вирощування равликів***

Групи	Кількість тварин, шт/ м <sup>2</sup>	Умови проведення досліду за періодами	
		зрівняльний (10 діб)	основний (120 діб)
Контрольна	300	ОР*	ОР
Дослідна	300	ОР*	ОР+БАД (целюлозо-літичний препарат)

\* Примітка: ОР – основний раціон: кормова суміш, що включає кукурудзяну, пшеничну і соєву дерть, макуху, олію соняшникову, сіль та крейду.

За допомогою контрольних зважувань 30 особин, що проводилися щодавно, визначали інтенсивність росту тварин та їхню продуктивність за споживання нового кормового чинника. Для цього визначали абсолютний та відносний приріст живої маси. У кінці основного періоду досліджень, шляхом

відділення та окремого зважування тіла та мушлі тварин до 0,01 г (на аналітичних терезах) проводили визначення анатомічних частин товарних равликів.

Головною метою дослідження є встановлення ефективності використання целюлозолітичного ферменту та вивчення його впливу на перетравлення і засвоєння корму виноградного равлика (*Helix Aspersa Maxima*).

Ферменти покращують засвоєння корму тваринами, що дозволяє працювати з різноманітними видами раціонів, використовувати менш дорогі корми і отримувати бажані результати. Однак, ефективність ферментів як каталізаторів залежить від багатьох чинників, і для раціонального їх використання необхідно знати їхні головні характеристики та особливості.

Якщо додати ферменти, які розкладають клітковину, до комбікорму, вони будуть активні в травному тракті і разом із ферментами тварин дозволяють отримати доступ до цінних поживних речовин, які в іншому випадку були б втрачені для організму.

Крім того, зерно пшениці, ячменю, вівса та жита містить велику кількість розчинної клітковини, яка має антипоживний ефект. Розчинна клітковина утворює в травному тракті густий гель, що знижує активність власних ферментів організму, ускладнює процеси всмоктування та підвищує ризик розвитку хвороботворних мікробів.

Вирощування равликів вимагає особливої уваги до умов годівлі, яка повинна бути належною для забезпечення високої якості та продуктивності. Використання ферментних препаратів у годівлі равликів є дуже важливим. Ферменти допомагають розкласти складні речовини на більш прості і це дозволяє забезпечити краще засвоєння корисних речовин організмом та зменшити витрати на корм.

Основним складовим елементом кормової ферментної добавки «АГРОЦЕЛЛ» є целюлаза, яка бере участь у ферментативному гідролізі глікозидних зв'язків некрохмальних полісахаридів, насамперед  $\beta$ -глюканів та ксиланів, що містяться у клітинних стінках рослин. Застосування «АГРОЦЕЛЛ» дозволяє розщеплювати клітинні стінки на менші молекули та знижувати в'язкість хімусу в шлунково-кишковому тракті.

У результаті додавання кормової добавки до раціону тварини отримували поліпшення у перетравлюваності поживних речовин, збільшення їх всмоктування та підвищення продуктивності.

Штам гриба *Trichoderma longibrachiatum* TW-420 ВКМ F-3880 D, який не був підданий генно-інженерному втручанню, є виробником целюлази. Ферментна добавка «АГРОЦЕЛЛ» стандартизується за целюлазною активністю, яка складає не менше 4000 од./г, а також містить активність ксилази у кількості 1000 од./г і  $\beta$ -глюканази у кількості 3200 од./г.

«АГРОЦЕЛЛ» має форму стабілізованого мікрогранульованого порошку. Це дозволяє зберігати його в широкому діапазоні умов, включаючи додавання до вітамінно-мінеральних преміксів будь-якої концентрації, і забезпечує

стабільні технологічні характеристики та високу термостабільність препарату під час зберігання.

Ферментний препарат має оптимальний гранулометричний склад та об'ємну щільність на рівні 0,4-0,5 г/м<sup>3</sup>, забезпечує високу однорідність розподілу його в кормі. Це досягається завдяки використанню високоякісного селекційного продуцента та унікальній технології мікрогрануляції ферментних препаратів. Мікрогранули швидко розчиняються при зволоженні, і під час гранулювання корму вони формують фермент-субстратний комплекс, який стійкий до високих температур. Такі особливості препарату дозволили застосовувати його при гранулюванні корму без збільшення дози введення.

Препарат має унікальні властивості, включаючи ферментуючу активність у широкому діапазоні рН – від 2,5 до 7,0, а також несприйнятливості до інгібіторів грибних ферментів, що зазвичай містяться у зерновій сировині комбикормів. Рекомендована доза препарату становить 50-100 г/т корму і є ефективною для більшості раціонів, що містять велику кількість ячменю, вівса, продуктів їх переробки, інгредієнтів з високим вмістом клітковини, таких як макуха і шрот. При використанні «АГРОЦЕЛЛ» раціони містять до 40% пшениці, жита і тритикале.

Препарат поставляється у багатошарових паперових мішках, розфасованих по 25 кг. Рекомендується його зберігання в упаковці від виробника у сухому та захищеному від прямих сонячних променів місці за температури від -25°C до +25°C. Термін придатності препарату становить 1 рік з дня виготовлення.

Основною метою застосування нової ферментної добавки у вирощуванні товарного равлика було підвищення темпів його зростання. Для визначення ефективності була проаналізована динаміка росту равликів. Випадковим чином обирали щити у нагульному садку, де тварини зазвичай збираються вдень. У кожному загоні розміщено до 400 щитів, тому було відібрано і промарковано 1% (4 щити). З кожного щита відбирали випадкових 5-10 равликів та зважували їх з точністю до 0,01 грама. Результати дослідження представлені у таблиці 3.2

**Таблиця 3.2**

*Динаміка живої маси равликів за впливу ферментного препарату,  
X ± m, n=30*

Місяць	Жива маси одного равлика з групи, г		
	контрольна	дослідна	відхилення (+/-)
Травень	3,6±0,15	3,6±0,50	0
Червень	10,2±0,20	11,3±0,1	+1,1
Липень	13,8±0,53	14,5±0,65	+0,7
Серпень	20,5±1,05	21,8±2,15	+1,3
Вересень	25,9±2,03	27,3±0,95	+1,4

Проте у червні виявлено статистично достовірну (p<0,001) різницю у живій масі: тварини з дослідної групи були важчі на 1,1 г порівняно з контрольною групою. У подальшому, протягом вирощування, равлики, яким

давали ферментну добавку, мали більшу живу масу, ніж тварини з контрольної групи.

**Висновок.** 1. Для вивчення впливу целюлозолітичного ферменту на перетравлення та засвоєння корму равликом виноградним виду *Helix Aspersa* Махіма та оцінки його ефективності були використані умови господарства «Равликова долина» у м. Жмеринка, Вінницькій області.

2. Ферментна добавка «АГРОЦЕЛЛ» сумісна із всіма інгредієнтами кормів, лікарськими препаратами й іншими кормовими добавками, раніше не використовувалась у геліцекультурі.

3. У результаті досліджень продуктивності товарного равлика було встановлено, що застосування ферментного препарату позитивно впливає на інтенсивність масонакопичення та ефективність використання кормів. За період вирощування товарні равлики, що одержували із кормом ферментний препарат мали вищі абсолютні прирости у порівнянні із контролем на 1,2 г.

### Список використаних джерел

1. Гураль-Сверлова Н. В., Гураль Р. І. Визначник наземних молюсків України. Львів, 2012. 216 с.

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. Равлики завойовують свою нішу у тваринництві URL: <https://agroportal.ua/ru/blogs/ulitki-zavoevyvayut-svoyu-nishu-v-zhivotnovodstve> (дата звернення: 04.06.2018).

8. Равликова ферма: успішний агробізнес з високою рентабельністю [agreview]. URL: <https://agreview.com/content/ravlykova-ferma-uspishnyj-ahrobiznes-z-vysokoyu-rentabelnistyu/> (дата звернення: 05.02.2018).

9. Розведення равликів як бізнес. URL: <https://snails.com.ua/rozvedennya-ravlykiv-yak-biznes/>

10. Зафіксовано зростання експорту українських равликів до ЄС. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/zafiksovano-zrostannya-eksportu-ukrayinskih-ravlikiv-do-yes> (дата звернення: 18.12.2019).

11. 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.

**Ігор КАЧАНОВ<sup>10</sup>**,  
аспірант 1-го року навчання,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИКІВ У ГОДІВЛІ ПТИЦІ

***Анотація.** Метою досліджень було вивчити продуктивність курок-несучок за використання у їх раціоні пробіотичної кормової добавки. Відомо, що пробіотики формують мікробіоценоз кишківнику, продукують біологічно активні речовини та створюють несприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори, позитивно впливають на перетравність поживних речовин корму, баланс азоту та загалом підвищують обмін речовин та знижують витрати корму. Встановлено, що за використання пробіотичної кормової добавки у годівлі курок-несучок сприяє збільшенню збільшення живої маси, абсолютного, середньодобового та відносного приростів проти контрольних аналогів.*

***Annotation.** The aim of the research was to study the performance of laying hens when a probiotic feed supplement was used in their diet. It is known that probiotics form intestinal microbiocenosis, produce biologically active substances and create unfavorable conditions for the development of pathogenic microflora, have a positive effect on the digestibility of feed nutrients, nitrogen balance, and generally increase metabolism and reduce feed costs. It was established that the use of a probiotic feed additive in the feeding of laying hens contributes to an increase in live weight, absolute, average daily and relative gains compared to control analogues.*

***Вступ.** Суспільство відхиляється від використання кормових антибіотиків та гормональних препаратів і надає перевагу природнім добавкам, зокрема, фітобіотикам, ферментним препаратам, пребіотикам, пробіотикам, тощо [4, 7].*

---

<sup>10</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Юлія Побережець.

Пробіотики – корисні бактерії, такі, як *Lactobacilli* і *Bifidobacteria*, за одночасного застосування підкислювачів можуть витримувати більш кисле середовище. Тому одним з ефективних способів обмеження росту патогенної мікрофлори є створення несприятливого середовища для патогенів, тобто підвищення кислотності корму. Для ефективного заселення кишечника пробіотичними культурами потрібно його підготувати до цього. Мікрофлора травного каналу відіграє важливу роль в імунному статусі і загальному метаболізмі макроорганізму. Порожнинна та пристінкова мікрофлора відіграє роль захисного бар'єру на шляху проникнення різних інфекційних агентів до організму господаря. Крім того, завдяки своїм ензимним властивостям, вона бере участь у переробці значної кількості органічних речовин, синтезує білки, поліпептиди, амінокислоти, бактеріоцини, антибіотики, вітаміни та інші цінні метаболіти [1, 5, 6].

**Виклад основного матеріалу.** Дослід тривав 97 діб із них зрівняльний період 7 діб, а основний 90 діб. Упродовж дослідів курки-несучки усіх груп отримували розсипний повнораціонний комбікорм згідно із схемою дослідів (табл. 1).

Кури-несучки першої дослідної групи додатково до основного раціону отримували кормову добавку «Біосевен» у дозі 2 кг/т корму.

**Таблиця 1**

**Схема науково-господарського дослідів**

Група	Тривалість періоду, днів		Кількість, гол.	Особливості годівлі
	зрівняльного	Основного		
1-контрольна	10	90	20	ОР (повнораціонний комбікорм)
2-дослідна	10	90	20	ОР + кормова добавка «Біосевен» 2 кг/т корму

Пробіотична кормова добавка «Біосевен» – забезпечує антагонізм до патогенних мікроорганізмів та нормалізує обмін речовин та проявляє профілактичну дію на стан травної системи.

Матеріалом для дослідів слугував 5 місячний молодняк курок-несучок кросу «Ломан Браун», з яких за принципом аналогів, було сформовано 2 групи – 1 контрольну і 1 дослідну, по 20 голів у кожній [2].

Дослід тривав 97 діб із них зрівняльний період 7 діб, а основний 90 діб. Упродовж дослідів курки-несучки усіх груп отримували розсипний повнораціонний комбікорм згідно із схемою дослідів (табл. 1).

Біометричну обробку даних здійснювали на ПЕОМ. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001 [3].

Мікроклімат у пташнику відповідав гігієнічним нормам утримання птиці, а саме: оптимальний рівень освітленості при утриманні дорослих курей – 15-30 лк, при вирощуванні молодняку птиці: в початковий період вирощування – 50–

20 лк, в подальшому 20–5 лк; оптимальна відносна вологість повітря в пташниках для курей є 60-70 % та температура приміщення у межах 18 °С.

Під час досліду вивчали вплив кормової добавки на валовий збір яєць (табл.2).

**Таблиця 2**

**Несучість курок-несучок за дії кормової добавки,  $M \pm n$ ,  $n=20$**

Показник	Група	
	1 – контрольна	2 – дослідна
Валовий збір яєць, шт.	1380± 42,35	1530± 34,62*
Несучість за період досліду, шт.	69,0±19,36	76,5±16,48
Інтенсивність несучості, %	76,6±21,47	85,0±18,52

Досліджено, що за використання кормової добавки валовий збір яєць за період досліду в курок-несучок 2-ї групи на 10,8 % ( $P \leq 0,05$ ) більший, ніж у контрольних аналогів. Це сприяє збільшенню інтенсивності несучості на 8,4% проти контролю.

За використання кормової добавки у годівлі курок-несучок 2-ї групи збільшується масу яєць 8,8 % ( $P \leq 0,05$ ) відносно контрольного показника (табл. 3).

Виявлено, що за споживання досліджуваної добавки «Біосевен» сприяє тенденції до підвищення маси білка, жовтка та шкаралупи, проте вірогідної різниці не встановлено.

**Таблиця 3**

**Маса яєць та його складових,  $M \pm n$ ,  $n=10$**

Показник	1-контрольна група	2-дослідна група
Маса яйця, г	57,4 ± 1,65	62,5 ± 1,85*
Маса білка, г	35,2 ± 1,34	37,4 ± 1,21
Маса жовтка, г	16,8 ± 0,36	17,5 ± 0,24
Маса шкаралупи, г	7,4 ± 0,25	7,6 ± 0,17

**Висновок.** Використовуючи пробіотичну кормову добавку, можна збільшити показники яєчної продуктивності, а саме валовий збір яєць на 10,8% та збільшення інтенсивності несучості на 8,4%. Також підвищилася маса яйця та його складових на 8,8%.

### Список використаних джерел

1. Єгоров Б. В., Шаповаленко О. І., Макаринська А. В. Технологія виробництва преміксів: навчальний посібник. *Центр учбової літератури*, 2007. 288 с.

2. Ібатуллін І. І., Жуковський О. М., Башенко М. І., та ін. *Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві*. Київ: Аграр. наука. 2017. 327 с.

3. Руденко В. М. Математична статистика. Центр учбової літератури: Київ. 2012. 304 с.

4. Чудак Р.А. Продуктивність та якість яєць у перепілок за дії пробіотика. *Scientific Researches*. 2019. № 9, P. 1. S. 71-79.

5. Anggraeni, A.S., Suryani, A.E., Sofyan, A., Sakti, A.A., Istiqomah L., Karimy M.F., Darma I.N.G. (2020). Nutrient digestibility of broiler chicken fed diets supplemented with probiotics phytase-producing. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 462:01200. DOI:10.1088/1755-1315/462/1/012003.

6. Mikulski D., Jankowski J., Mikulska M., Demey V., 2020. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on productive performance, egg quality, and body composition in laying hens fed diets varying in energy density. *Poultry Science*. [Volume 91, Issue 10](https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.046). P. 2275–2285. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.046>

7. Poberezhets J. M., H. I. Lotka Productivity of laying hens fed by feed additives. *Colloquium-journal. Polska*. 2021. № 12 (99), część 2. P. 30-35.

**Ігор СПЛОДИТЕЛЬ<sup>11</sup>,**

студент 3-го курсу,  
факультету технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК І ПРОБІОТИКА У ГОДІВЛІ ПТИЦІ**

**Анотація.** Розглянуто результати наукових досліджень, які висвітлюють вплив біологічно активних добавок на ріст, розвиток, здоров'я та продуктивність птиці. Досліджено різноманітні види добавок, їх взаємодію з організмом птиці та вплив на метаболічні процеси. Результати статті сприяють поглибленому розумінню оптимальних підходів до використання добавок у годівлі птиці.

**Annotation.** The results of scientific research on the impact of mineral additives on the growth, development, health and productivity of poultry are considered. Various types of mineral additives, their interaction with the poultry body and their impact on metabolic processes are investigated. The results of the article contribute to an in-depth understanding of the optimal approaches to the use of mineral additives in poultry feeding.

**Вступ.** Продуктивність птиці є одним з основних факторів, що впливає на рентабельність виробництва. Одним із ключових аспектів успішної

---

<sup>11</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Олена Разанова.



діяльності є забезпечення птиці необхідними речовинами, включаючи мінерали. Використання мінеральних добавок у годівлі птиці є актуальною темою та дослідженням практичної реалізації, завдяки чому досягаються оптимальні показники росту та продуктивності.

Для птиці мінеральні речовини необхідні як частина активатор гормонів і ферментів, для формування скелета та яєчної шкаралупи, а також для підтримання кислотно-лужного балансу і осмотичного гомеостазу [2, 3, 6]. Макро- і мікромінерали є необхідними для біохімічних процесів в організмі птиці. Кількість мікроелементів, що необхідна для птиці, менша, але вони відіграють важливу роль у метаболізмі організму. Основні мінерали, що вводять птиці це: мідь, йод, залізо, марганець, селен і цинк. Мікроелементи беруть участь у фізіологічних функціях необхідних для підтримки життя, включаючи ріст, розмноження, функціонування імунної системи, енергетичний обмін та формування кісток [2].

Мінеральні добавки у годівлі птиці вводять у вигляді органічних та неорганічних солей металів, а також природні джерела: алюмосилікати, сапропель, травертини, яєчна шкаралупа та інші. Застосування органічних мінеральних джерел у птахівництві може перешкоджати мінералам створювати неперетравлювані комплекси з деякими компонентами і формувати взаємний мінеральний антагонізм у кишечнику, що може зменшити швидкість їх поглинання [4]. Органічні мінерали можна додавати до раціону птиці в малій кількості, оскільки вони краще засвоюються організмом, ніж мінеральні солі [5]. Nollet L. [5], вивчаючи антиоксидантні властивості харчових добавок органічного та неорганічного Zn, Cu і Mn на білих курках-несучках, виявив, що обидві форми мінералів допомагають зменшити окислювальний стрес під час несучості курей.

Мінерали у кормах для птиці надходять в основному в неорганічній формі, наприклад кальцій у вигляді вапняку, черепашника; кальцій і фосфор як дикальцій фосфат, дефторована порода фосфат, кісткове борошно; натрій у вигляді солі, бікарбонат натрію та мікроелементи у вигляді преміксів [3]. Мінерали використовуються організмом в хелатних і органічних формах для кращої біодоступності, поглинання. Неорганічний і органічні форми мінералів впливають на продуктивність росту, характеристики туші, якість кісток і хімічний склад м'яса птиці.

Мета статті полягає у дослідженні ефективності використання біологічно активних добавок у годівлі птиці.

**Виклад основного матеріалу.** Найбільш перспективним напрямом вирішення проблеми дефіциту мінералів є використання детергентів [7]. Результати досліджень Бурлаки та ін. [8] свідчать про ефективність застосування детергента алунітового борошна у годівлі індичок породи ВІА-6 віком 101–200 діб, завдяки якому у м'ясі птиці збільшився вміст Феруму на 25,2% і кобальту – на 66,7% (табл. 1).

Таблиця 1

## Вміст мінеральних речовин у м'ясі індичок, мг% [8]

Група	Мікроелементи	
	Ферум	Кобальт
Контрольна	3,1 ± 0,09	0,003 ± 0,0007
Дослідна	3,8 ± 0,11	0,005 ± 0,0005

Alagawany M. et al. [2] виявлено вищу біодоступність мікроелементів збагаченого макрородоростей, соєвого шроту. При цьому несучість курей була вищою, ніж за використання неорганічної солі, а також додатково впливав на товщину яєчної шкаралупи та масу яйця.

Також проведено численні дослідження з вивчення впливу згодовування раціонів з різним вмістом кормових мінеральних та пробіотичних добавок у раціонах птиці. Чудак Р.А. та ін. [9], використовуючи у раціонах курчат бройлерів добавку «Проензим», виявили кращу доступність амінокислот корму та вищий баланс азоту. При цьому вища біодоступність амінокислот раціону птиці сприяло підвищенню гістидину на 5,9%, аргініну – на 5,8%, аспарагінової та глютамінової кислот – на 7,1% та 8,5% відповідно. За дії максимальної дози добавки «Проензим» кількість утриманого азоту в організмі курчат-бройлерів підвищується на 10,4%.

За використання пробіотичного препарату «Протекто-Актив», у технологічному процесі вирощування курчат-бройлерів встановлено підвищення вмісту гемоглобіну на 5,6-8,1 %. (табл. 2). [10].

Таблиця 2

Жива маса та збереженість перепелів, г ( $M \pm m, n = 20$ ) [9]

Вік перепелів, днів	Група	
	контрольна	дослідна
1	8,6 ± 0,14	8,7 ± 0,18
7	20,5 ± 0,36	20,7 ± 0,35
14	50,0 ± 0,95	50,8 ± 0,86
21	89,7 ± 1,24	97,0 ± 1,49
28	144,6 ± 1,84	155,8 ± 2,04
35	самки	223,5 ± 3,38
	самці	190,1 ± 1,15
42	Самки	286,2 ± 2,75
	самці	239,9 ± 3,58
Збереженість, %	самки	98
	самці	98

У дослідженнях [9] встановлено, що додаткове згодовування ферментної добавки «Ксилотад» сприяло збільшенню у 21-денному віці живої маси перепелів на 8,1 %, у 28-добовому – на 7,7 %. Після розділення птиці у групи за статтю виявлено, що у самців дослідної групи у 35-добового віку збільшилась жива маса на 5,2 %, самок – на 3,4%.

На кінець досліду жива маса самок перепелів у дослідній групі вища на 2,6%, а на організм самців добавка мала кращий вплив і їх жива маса більша на

2,8%. При цьому отримано вищу збереженість поголів'я молодняку перепелів у дослідній групі, з перевагою в 1,0%.

**Висновки.** Використання мінеральних та ферментних добавок у годівлі птиці ефективно підвищує продуктивність птиці, а також покращує якість м'яса за рахунок вищого вмісту мінеральних речовин.

### Список використаних джерел

1. Mahendra P. The Role of Minerals and Vitamins in Poultry Production. *Agriculture World*. 2017. Vol 3. P.68-71.
2. Alagawany M, E. Shaaban, Farag R, Tiwari R. Yattoo, Karthik K, Michalak I. & Dhama K. Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*. 2021. Vol 41:1. P. 1-29.
3. Ravindran V., Elliott S. Influence of selenium source on the performance, feathering and meat quality of broilers. *Journal of Applied Animal Nutrition*. 2017. P. 5
4. Swiatkiewicz S., Arczewska-Włosek A., Jozefiak D. The efficacy of organic minerals in poultry nutrition: review and implications of recent studies. *World's Poultry Science Journal*. 2014. Vol. 70(3). P.475-486.
5. Nollet L., Van der Klis J.D., Lensing M., Spring P. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007. Vol.16(4). P.592-597.
6. Поліщук А. А., Булавкіна Т. П. Сучасні кормові добавки в годівлі тварин та птиці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 63-66.
7. Бурлака В.А., Вербельчук Т.В., Вербельчук С.П. Природні алюмосилікати: нетрадиційні, екологічно чисті мінеральні добавки в годівлі свиней. *Збірник наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2011. Вип. 11 (51). С. 6-9.
8. Бурлака В. А., Туманов В. В., Лавринюк О. О. Вплив алунітового борошна на забійні показники індичок. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. 2016. № 1 (53), Т. 1. С. 365-370.
9. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Лютка Г.І., Купчук І.М. Сучасні кормові добавки у годівлі птиці: Монографія. Вінниця. ТОВ "ТВОРИ", 2021. 281 с.
10. Машкін Ю. О., Каркач П. М., Бомко В. С., Фесенко В. Ф. Вплив пробіотика «Протекто-актив» на показники крові курчат-бройлерів за кліткового утримання. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. Вип. 8. С. 104-106.

Богдан ШЕЛЕСТ<sup>12</sup>,  
Студент 4-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ХЕЛАТНИХ СПОЛУК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У СВИНАРСТВІ

*Анотація.* Встановлено, що використання хелатних сполук мікроелементів за відгодівлі свиней, забезпечує підвищення інтенсивності росту тварин за зменшення витрат кормів на одиницю приросту.

*Annotation.* It has been established that the use of chelated compounds of microelements for pig fattening provides an increase in the intensity of animal growth while reducing feed costs per unit of growth.

**Вступ.** Свинарство є однією з самих ефективних галузей тваринництва, яка забезпечує населення високо цінними продуктами харчування [2]. Одним із ефективних шляхів збільшення обсягів виробництва свинини є організація повноцінної годівлі тварин, яка визначається кількістю енергії, протеїну, незамінних амінокислот, жирів, вуглеводів та широким спектром біологічно активних речовин. Особливого значення у годівлі свиней заслуговують мінеральні речовини, які діють на організм тварин через активність ензимів, гормонів та вітамінів, у яких вони містяться в певній кількості та виступають у ролі активатора чи інгібітора [3,8].

За участю мінералів відбувається всмоктування й перетравлювання корму у травному каналі, окислення вуглеводів, жирів та білків і вилучення із сполук енергії. [3,4].

Зокрема мідь - входить до складу багатьох ензимів, посилює дію інсуліну, гормонів гіпофіза, щитоподібної залози, мобілізацію депонованого

заліза, стимулює перенесення заліза в кістковий мозок, активує дозрівання еритроцитів. Захаренко, усенко. Регулює роботу центральної нервової системи, активно формує імунітет [9].

Цинк – справляє істотну дію на формування відтворювальної здатності, імунного стану організму та забезпечення процесу кровотворення. Цей мікроелемент контролює біосинтез білка, нуклеїнових кислот, ліпідний обмін та синтез окремих гормонів [3].

Особливо важлива роль заліза, цей мікроелемент, входячи до низки ензимів, забезпечує ріст, розвиток і розмноження тварин [4].

Марганець – впливає на процеси кровотворення, бере участь у тканинному диханні, впливає на обмін вуглеводів, підсилює дію вітамінів С і В,

---

<sup>12</sup>Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент Галина Огороднічук.

активізує статеві функції. Марганець входить до складу ферментативних систем, активізуючи дію багатьох ферментів.

До недавнього часу мікроелементи вводили у вигляді неорганічних солей, але нині як альтернативну заміну для підвищення конверсії цих речовин в організмі, використовують їх хелатні комплекси [6].

Встановлено, що введення до раціону тварин мікроелементів у хелатній формі забезпечує кращу біологічну доступність: вони легко встановлюють іонний зв'язок з клітинами організму, розпадаються й повністю засвоюються. Застосування фітинової кислоти у структурі хелатів зменшує антагонізм між іншими поживними речовинами [7].

Також доведено, що додавання до раціону хелату заліза покращує продуктивні й відтворювальні якості свиноматок [8].

Згодовування хелатів цинку сприяє зниженню кількості слабких поросят та їх збереженості до відлучення. Вирощений молодняк характеризується більшим забійним виходом [10].

Встановлено, що додавання до раціону порісним та підсисним свиноматкам хелатів міді сприяє підвищенню їх багатоплідності, великоплідності та покращує збереженість поросят [3]. При цьому підвищується інтенсивність росту тварин та покращуються фізико-хімічні показники м'язової тканини [1, 11].

Метою досліджень було виявити ефективність згодовування хелатів мікроелементів у вигляді препарату «Кроноцид-Л» на продуктивність та витрати кормів.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження щодо ефективності згодовування хелатів мікроелементів у вигляді препарату «Кроноцид-Л» проведено на двох групах-аналогах відгодівельного молодняку свиней 75-денного віку, по 12 голів у кожній, отриманих від схрещування свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас. Дослід тривав 105 діб. Контрольна група свиней під час зрівняльного та основного періодів споживала основний раціон. Дослідній групі додатково до основного раціону згодовували препарат «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів з розрахунку 1 літр на 1 тону води.

Препарат Кроноцид-Л – прозорий зелено-голубий розчин, який містить у водному розчині хелатні сполуки мікроелементів (заліза, цинку, марганцю та міді), мурашину, оцтову, ортофосфорну, молочну, лимонну, бурштинову та бензойну кислоти в кількості 19 % за масою.

До складу комбікорму «Гроуер», яким годували піддослідний молодняк свиней, входили: кукурудза – 25%, пшениця – 25%, ячмінь – 23%, соняшниковий шрот – 12%, пшеничні висівки – 7%, макуха соєва – 3%, БМВД – 5%. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2173 Ккал, перетравним протеїном – 157 г.

До складу комбікорму «Фінішер» входили: ячмінь – 38 %, пшеницю – 24%, пшеничні висівки – 12%, кукурудза – 9%, соняшниковий шрот – 9%,

БМВД – 4%. Поживність такого раціону становила за обмінною енергією 2051 Ккал, перетравним протеїном – на 148 г.

Облік живої маси, абсолютних та середньодобових приростів визначали шляхом зважування тварин до годівлі індивідуально в кінці кожного місяця. Під час досліджень проводили облік з'їдених кормів та обраховували витрати комбікорму на 1 кг приросту свинини.

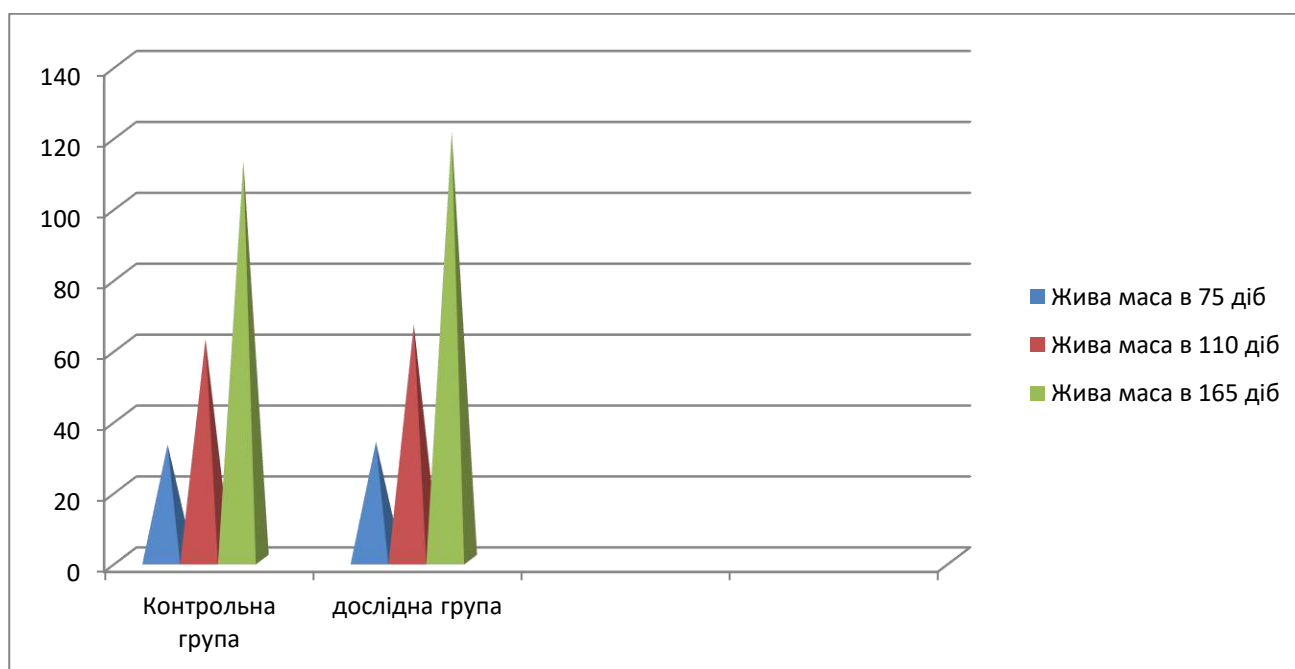
Статистичну обробку цифрового матеріалу проведено за допомогою персонального комп'ютера з програмним забезпеченням.

**Результати та їх обговорення.** Результати та їх обговорення. Динаміка живої маси свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1л/1т води представлена на рисунку 1.

Аналіз динаміки живої маси свиней на відгодівлі протягом всього періоду досліджень свідчить про те, що найбільша інтенсивність росту спостерігалась у тварин другої дослідної групи, які отримували препарат «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів.

Так, якщо піддослідні тварини контрольної групи ( $32,5 \pm 0,9$ ) та другої дослідної групи ( $33,2 \pm 0,9$ ) на початку першого етапу основного періоду досліджень (75 діб) мали майже однакову живу масу, то в кінці основного періоду (165 діб) за цим показником вони помітно різнилися. Зокрема, у 110-добовому віці піддослідні свині другої дослідної групи ( $66,3 \pm 1,7$ ) переважали своїх аналогів контрольної групи ( $62,6 \pm 2,2$ ) на 4,3 кг або на 5,9 %.

Аналогічна картина зміни динаміки живої маси свиней характерна для відгодівельного молодняку й при знятті з відгодівлі у 165-добовому віці. Зокрема, піддослідні тварини 2-ї групи ( $120,8 \pm 8,2$ ) за живою масою переважали контрольних аналогів ( $112,5 \pm 8,4$ ) на 8,3 кг або на 7,4%.



**Рис.1.** Динаміка живої маси піддослідних свиней на відгодівлі за введення до раціону препарату «Кроноцид-Л», ( $M \pm m$ ,  $n = 12$ )

Встановлено, що використання вищезгаданого препарату дозволяє знизити витрати кормів на 6,2% і становить 3,0 кг на 1 кг приросту.

**Висновок.** Уведення препарату «Кроноцид-Л» із вмістом хелатних сполук мікроелементів у дозі 1л/1 т води помісним свиням протягом першого етапу основного періоду (75-110 діб) та другого етапу основного періоду (111-165 діб) на відгодівлі підвищує живу масу тварин відповідно на 5,9 та 7,4 %, середньодобовий приріст за весь період відгодівлі – на 9,5% (P<0,05).

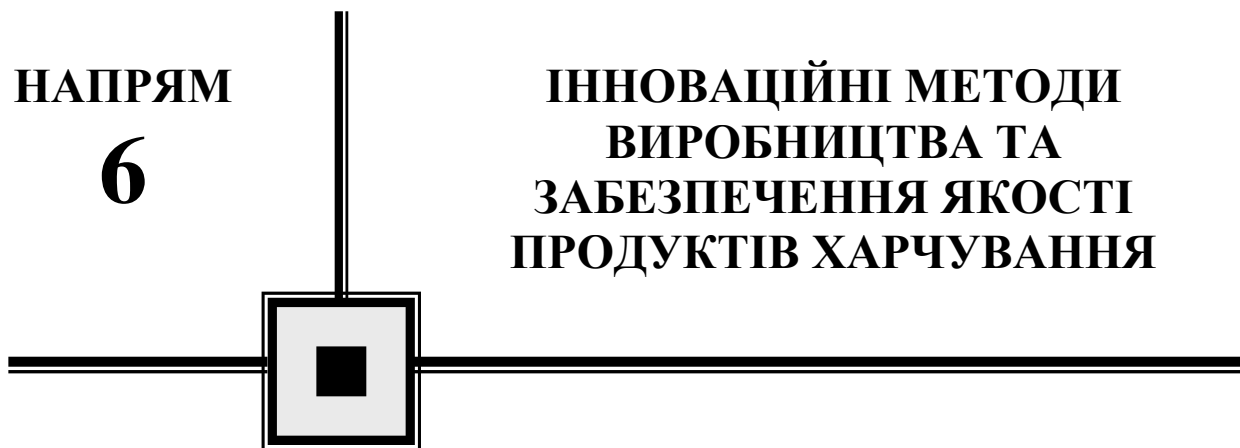
### Список використаних джерел

1. Бомко В.С., Маршалок В.А. Вплив змішанолігандного комплексу цинку на ріст і розвиток три порідних гібридів свиней на відгодівлі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. «Тваринництво»*. 2012. Вип. 12 (21). С. 143-145.
2. Волощук В. М., Рибалко В. П., Березовський М. Д. Свинарство : монографія. К.: Аграрна наука, 2014. 587 с.
3. Дурст Л., Виттман М. Кормление сельскохозяйственных животных. Винница: Новая книга, 2003. 384 с.
4. Захаренко М.О., Шевченко Л.В., Поляковський В.М., та інші. Хелати мікроелементів, їх технологія та застосування : монографія. К., 2016. 452 с.
5. Ібатуллін І.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Київ. 2014. 422 с.
6. Кліценко Г.Т. Минеральное питание сельскохозяйственных животных. К.; Урожай, 1980. 167 с.
7. Кравців Р.Й., Паска М.З. Вплив хелатних сполук мікроелементів на метаболічні процеси та продуктивність тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2001.Т. 3. № 1. С. 24-30.
8. Саприкін В.О., Іонов І.А., Газієв Б.М. Хелатні форми заліза у годівлі супоросних та лактуючих свиноматок. *Біологія людини та тварин*. 2016. Т. 2. № 2. С.70-79.
9. Усенко С.О., Сябро А.С., Березницький В.І., та інші. Новітні аспекти мінерального живлення свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 4. С. 126-133. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.15>
10. Фоміна М.В., Калин Б.М., Васерук Н.Я., Дашковський О.О. Економічна ефективність при застосуванні сульфату заліза та його хелатів. *Проблеми зооінженерної та ветеринарної медицини. Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії*. 2012. Вип. 24. Ч. 2. С. 423-426.
11. Чорний М.В., Сілінська О. І., Щепетільников Ю.О., Мачула О.С. Використання хелатних комплексів для забезпечення здоров'я та підвищення продуктивності свиней. *Ветеринарна біотехнологія*. 2018. Вип. 32 (1). С. 313-318. [https://doi.org/10.31073/vet\\_biotech32\(1\)-41](https://doi.org/10.31073/vet_biotech32(1)-41).

НАПРЯМ

6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ  
ВИРОБНИЦТВА ТА  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ  
ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ



Вікторія БАБІЙ<sup>1</sup>,  
студентка 2-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ БУРЯКА СТОЛОВОГО В ЕТНІЧНИХ КУХНЯХ  
КРАЇН ЄВРОПИ

***Анотація.** Столовий буряк не є однією з основних овочевих культур у світі за площею, виробництвом або споживанням; однак він займає унікальну нішу в Європі, Північній Америці, на Близькому Сході та в частині Азії. Хоча цю культуру зазвичай зображують як викоринений овоч із яскраво-зеленим листям, існує безліч кольорів коренів і листя, що робить її однією з найяскравіших овочів. Столовий буряк має низку унікальних поживних властивостей, які роблять його цінним для здоров'я людини, включаючи велику кількість вітаміну В фолієвої кислоти і високу концентрацію пігментів беталаїну, які викликають забарвлення листя та коріння і, як було показано, є потужними антиоксидантами. На сьогоднішній день столовий буряк широко використовують в етнічних кухнях країн Європи.*

***Annotation.** Table beet is not one of the major vegetable crops in the world in terms of area, production or consumption; however, it occupies a unique niche in Europe, North America, the Middle East, and parts of Asia. Although this crop is usually depicted as a root vegetable with bright green leaves, there are many colors of roots and leaves, making it one of the most colorful vegetables. Table beets have a number of unique nutritional properties that make them valuable for human health, including high amounts of the B vitamin folic acid and high concentrations of betalain pigments, which cause coloration in leaves and roots and have been shown*

---

<sup>1</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Людмила Коляновська.



*to be powerful antioxidants. Today, table beets are widely used in ethnic cuisines of European countries.*

**Вступ.** Як відомо, столовий буряк відзначається насиченим смаком і при цьому він є одним із найпривабливіших овочів, котрий використовують в етнічних кухнях країн Європи. Столовий буряк використовується для приготування салатів і супів. Його можна варити, запікати, готувати на пару або їсти сирим.

Важливо зазначити, що батьківщиною буряка є середземноморський регіон. Листя вживали в їжу ще до писемної історії, але буряк зазвичай використовувався в медицині греками та римлянами, і він був добре відомий вірменській та арабській культурам. Потім він почав з'являтися в стравах по всій Європі, особливо в борщі у Східній Європі наприкінці XVII або на початку XVIII століття.

Варто взяти до уваги той чинник, що столовий буряк має країнах Європи багатовікову кулінарну традицію. Причина в тому, що їх легко та ефективно вирощувати.

Метою даної статті є формування знань про використання буряка столового в етнічних кухнях країн Європи.

**Виклад основного матеріалу.** Буряк є одним із овочів, які ми любимо найбільше, серед іншого, тому що він має яскравий рожевий колір, який прикрашає будь-яку страву. Однак, здається, ми використовуємо їх мало, лише в салатах і смузі, тоді як вони дійсно можуть бути основними інгредієнтами багатьох страв.

Слід наголосити на тому, що столовий буряк культивували та розводили протягом тисячоліть, але тільки в останні чотири-п'ять століть з'явилася роздута коренеплідна форма, яку ми знаємо сьогодні. Сучасний столовий буряк, за іронією долі, є одним із прабатьків цукрового буряка, і тому він займає унікальне місце в одомашнюванні важливої промислової та харчової культури, а також є стародавньою овочевою культурою.

Для українців буряк є основною їжею, оскільки це головний інгредієнт їх улюбленого борщу, який також їдять в інших місцях Східної Європи, таких як Польща, Словенія, Угорщина.

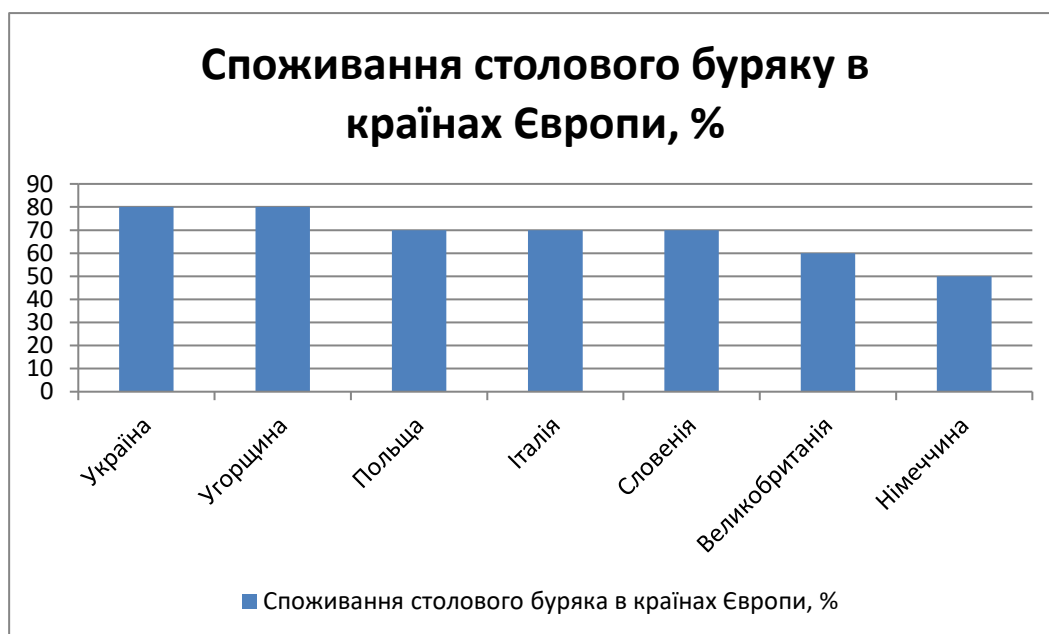
Загалом, столовий буряк підходить як для солодкого, так і для солоного, і майже всі спеції, які ми в нього додаємо, добре підходять. Оцет і лимонний сік, крім того, що підкреслюють його колір, значно покращують його смак, це одна з приправ, з якою найкраще поєднується буряк [1].

У Польщі готують дуже популярну заправку під назвою *Świątka*, до складу якої входять смажений і нарізаний буряк, тертий хрін, лимон і сіль. Ця суміш використовується як для супроводу страв, так і для салатів і бутербродів, як ще одне доповнення. У країнах Східної Європи готують червоний крейн, який в основному такий самий, але основним інгредієнтом замість буряка є хрін, і буряк надає йому колір.

У Сполученому Королівстві користуються іншим способом приготування: Гарвардським буряком. Його готують із цілих смажених або варених буряків, які нарізають і знову варять у кисло-солодкому соусі (цукор та оцет) з розтопленим кукурудзяним крохмалем. У результаті виходить яскраво-рожевий кисло-солодкий буряк із дуже медовою текстурою, який можна їсти як є, як закуску чи як гарнір до інших страв [2].

Проаналізувавши збірники рецептур етнічних кухонь країн Європи можна зробити висновок. На рис.1 вказано у відсотках кількість споживання столового буряка в країнах Європи.

Як видно з рис.1 найбільший відсоток споживання столового буряка серед країн Європи в Україні та в Угорщині по 80%; по 70% споживання столового буряка серед таких країн, як Польща, Італія та Словенія; у Великобританії споживання столового буряка становить 60%; 50% споживання столового буряка в Німеччині.



*Рис.1. Споживання столового буряку в країнах Європи, %*

Червоний буряк також широко використовується через колір. Пігменти, які надають йому такого яскравого кольору, можуть пофарбувати будь-яке тісто, і оскільки воно зазвичай не має дуже сильного смаку, його можна використовувати як для солодких, так і для солоних страв [3].

У невеликих кількостях ми можемо пофарбувати в червоний або рожевий колір усе, від гамбургерів до начинки для тортів. Звичайно, він реагує залежно від рН, тому, коли ми також додаємо кислі інгредієнти (наприклад, лимонний сік), він стане більш рожевим, ніж червоним.

Любителі оригінального ризотто готують з червоним вином і буряком, з сильним характером і невимовно красивим кольором. Змішавши все з останнім штрихом рясно тертого сиру пармезан або пекоріно та кількома грудочками масла, можна отримати крем, який є дуже корисним та поживним.

Буряк можна додавати в смузі, щоб отримати відтінок солодкості та землистості, яким можуть насолоджуватися любителі смузі в усьому світі. Необхідно поєднувати його з улюбленими овочами та фруктами для отримання поживної страви. Незалежно від того, з чим буряк поєднувати, високопігментований коренеплід майже гарантує, що можна отримати червоний або рожевий смузі.

Коли справа дійде до пошуку, то буде важко знайти овочі з більшою універсальністю, ніж буряк. Крім нескінченних можливостей рецептів, буряк також чудово підходить для здорового харчування та має багато медичних переваг. Вони багаті антиоксидантами, які захищають клітини від пошкоджень і допомагають знизити ризик розвитку серцевих захворювань. Загально відомо, що столовий буряк також є переповнений вітаміном С, клітковиною, фолієвою кислотою, залізом і калієм. З Lifesum Premium є можливість отримати доступ до великої бази рецептів, щоб знайти та приготувати свої улюблені рецепти з буряком. Особливості, через котрі споживають столовий буряк в Європі та в усьому світі [4]:

- буряк багатий на нітрати, який покращує кровообіг і артеріальний тиск, а також може допомогти мозку краще функціонувати;

- буряк є джерелом рослинного алкалоїду під назвою бетаїн, а також вітаміну В фолату, який може знизити ризик серцевих захворювань і покращити функцію нирок;

- буряк повний бетаціаніну, пігменту, який надає буряку гарний фіолетовий відтінок, який може допомогти захистити від поширених канцерогенів;

- буряк є саме тою їжею, котра є багатою на клітковину, і нам, ймовірно, не потрібно підкреслювати переваги клітковини.

Отож, столовий буряк є червоним завдяки пігментам під назвою антоціан і бетаціан. Антоціан дуже любить кислотку. У присутності кислоти червоний колір стане яскравим і насиченим. Проблема в тому, що пігмент у буряку розчинний у воді, тому, якщо очистити буряк і помістити його у воду, весь колір змиється. Саме тому потрібно залишити шкірку, корінь і плодоніжку, коли відварювати їх з тією метою, щоб колір залишався всередині до моменту приготування, коли той хто готує столовий буряк буде готовим очистити їх.

**Висновок.** Отже, столовий буряк – овочева культура, що містить більше цукру, ніж солодка картопля або морква, але дуже поживна і досить низькокалорійна. Маючи лише 55 калорій на 100 г, він містить велику кількість клітковини, калію, марганцю, фолієвої кислоти та вітамінів А та С. Буряк багатий калієм, мінералом, важливим для регулювання серцево-судинної системи. Ці бордові корені є хорошим джерелом потужних антиоксидантів і флавоноїдів, які захищають від серцевих захворювань і деяких видів раку, особливо раку товстої кишки. Бетаціанін, барвник, який відповідає за яскраво-малиновий колір червоного буряка, є потужним засобом профілактики раку.

В етнічних кухнях країн Європи з буряку готують борщі, салати, заправки, запіканки, смузі, а також використовують в якості харчового

барвника для тіста. В кожній європейській країні споживання столового буряка є доволі поширеним, оскільки населення почало надавати велику перевагу здоровому харчуванню.

### Список використаних джерел

1. Подпряттов Г.І., Войцеховський В.І., Кіліан М., Сметанська І.М., Токар А.Ю., Войцехівська О.В., Орловський М.Й. Технології зберігання, переробки та стандартизація сільськогосподарської продукції. Ч.І. Основи післязбиральної доробки, зберігання, переробки та стандартизації плодоовочевої продукції: Навчальний посібник. К.: ЦІТ Компрінт. 2017. 658с
2. Слащева А. В. Етнічні кухні : навч. посіб. Кривий Ріг : ДонНУЕТ. 2020. 159 с.
3. Споживання столового буряку. URL: <https://sadyperemohy.org/files/Beet.pdf>
4. Тюрікова, І., Бородай, А., & Вовк, В. Перспективи створення ферментованих напоїв із буряка. InterConf. 2021. 90. 451-457. URL: <https://doi.org/10.51582/interconf.7-8.12.2021.051>

**Назарій НІКІТЮК<sup>2</sup>,**

студент 2-го курсу,  
факультет технології виробництва і  
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### КИСЛОМОЛОЧНИЙ НАПІЙ «НАРІНЕ»

***Анотація.** Встановлено, що використання наповнювача «П'ять злаків» обумовлює істотне підвищення якості кисломолочного продукту «Наріне», у тому числі одержання продукції з принципово новими властивостями та смаком; підвищенням харчової та енергетичної цінності продукції.*

*За результатами досліджень встановлено, що кисломолочний продукт «Наріне» із наповнювачем відповідає за всіма органолептичними показниками ТУ 569.М.О.13 911364.001-92.*

***Annotation.** It was established that the use of the "Five Cereals" filler causes a significant increase in the quality of the "Narine" fermented milk product, including the production of products with fundamentally new properties and taste; increasing the food and energy value of products.*

*Based on the results of the research, it was established that the fermented milk product "Narine" with filler meets all the organoleptic indicators of TU 569.M.O.13 911364.001-92.*

---

<sup>2</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Надія Новгородська.

**Вступ.** Найважливішим стратегічним завданням харчової промисловості є задоволення потреб усіх категорій населення у високоякісних, біологічно повноцінних і безпечних продуктах харчування. Несприятлива екологічна ситуація, що виникає в містах, призводить до необхідності створення кисломолочних продуктів функціонального призначення, збагачених різними наповнювачами, що позитивно впливають на організм людини.

Створення функціональних продуктів харчування і їх впровадження у виробництво є одним із напрямків гуманістичної програми харчування людини, яку пропагує ООН. Сучасний ринок функціональних продуктів на 65 % складається з молочних продуктів.

Отже, створення таких кисломолочних продуктів, що характеризуються високими показниками якості у поєднанні із позитивним фізіологічним впливом на організм є актуальним.

Тенденція здорового харчування розвивається все стрімкіше. Сьогодні її актуальність зросла в десятки разів. У зв'язку зі зростаючою динамікою життя, актуальним є питання створення нових продуктів, що дозволяють економити час з підвищеною біологічною і фізіологічною цінністю.

Молоко та молочні продукти займають значне місце в раціоні харчування населення. Кисломолочні продукти та напої займають суттєву частку молочного ринку, яка динамічно розвивається як за рахунок збільшення обсягів виробництва, так і за рахунок розширення асортименту, появи нових видів продукції. Кисломолочні продукти характеризуються високою поживною цінністю і помірною калорійністю, що дає підстави використовувати їх як обов'язковий компонент дієтичного харчування.

Відомо, що молоко має виражені, так звані, «взаємозбагачувальні» властивості, які в більшій мірі проявляються в комбінаціях: молоко-зернові; молоко-фрукти; молоко-ягоди тощо. Це забезпечує високий рівень збалансованості їжі за амінокислотним і вітамінним складом та підвищує засвоюваність продуктів, що містять вуглеводи, в тому числі крохмаль. Найбільш поширеними серед злакових культур є пшениця, овес, жито, ячмінь, кукурудза, рис, гречка тощо.

Мета роботи – оцінка якості кисломолочного продукту «Наріне» з використанням злакового наповнювача.

**Виклад основного матеріалу.** Кисломолочний продукт «Наріне» із наповнювачем п'ять злаків – це кисломолочний напій у якому на відміну від звичайного напою «Наріне» присутній злаковий наповнювач.

Додавання злаків в молоко не тільки доповнює мінеральну цінність, але і збагачує це і без того корисний продукт харчовими волокнами. Ферментація ще більше підвищує поживну цінність, смакові якості і функціональність зернових. Розробка технологій виробництва молочних продуктів з використанням злакових культур є перспективним напрямком у створенні функціональних продуктів харчування, які дозволяють попередити і відкоригувати наслідки хвороб сучасного суспільства.

Зернові є багатим джерелом енергії і поживних речовин. Випуск кисломолочних продуктів збагачених рослинними добавками дозволить вирішити проблеми економії сировинних молочних ресурсів, використання найціннішого вторинного зернової сировини і одночасно розширити асортимент конкурентоспроможних продуктів з хорошими органолептичними показниками, підвищеною біологічною цінністю, які відповідають сучасним вимогам гігієни харчування різних категорій населення і нівелюють негативний вплив навколишнього середовища. Склад досліджуваних зразків приведено у табл. 1.

**Таблиця 1**

**Склад продукції**

Продукт кисломолочний «Наріне»	Продукт кисломолочний «Наріне» із наповнювачем «П'ять злаків»
Молоко нормалізоване пастеризоване (99,9%), закваска культури <i>Lactobacillus acidophilus</i> штам 317/402-(0,1 %)	Молоко нормалізоване пастеризоване (94,9%), закваска культури <i>Lactobacillus acidophilus</i> штам 317/402-(0,1 %), наповнювач «П'ять злаків» пастеризований – 5 % (пшениця, овес, ячмінь, жито, гречка)

Наповнювач пастеризований «П'ять злаків» містить у своєму складі пшеницю, овес, ячмінь, жито та гречку. Вноситься наповнювач у кількості 5 % до нормалізованої суміші вже в нормалізовану суміш. Оскільки наповнювач вноситься до процесу пастеризації це забезпечує отримання найбільш безпечного продукту з точки зору мікробіології, так як усі складові продукту проходять високотемпературну пастеризацію.

**Таблиця 2**

**Органолептичні показники готової продукції**

Показник	Контрольний зразок	
	Кисломолочний продукт «Наріне» ТУ 569.М.О.13 911364.001-92	Кисломолочний продукт «Наріне» із наповнювачем «П'ять злаків»
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, сметаноподібна маса з властивою даному продукту в'язкістю і тягучістю без осаду і сторонніх включень. Присутнє незначне газоутворення у вигляді окремих вічок, викликане нормальною мікрофлорою; виділення сироватки на поверхні продукту не більше 1,0 % від об'єму	Однорідна, сметаноподібна маса з властивою даному продукту в'язкістю і тягучістю, з включеннями м'яких часточок злаків
Смак і запах	Кисломолочний, специфічний для ацидофільної палички, без сторонніх присмаків та запахів	Кисломолочний, специфічний для ацидофільної палички, без сторонніх присмаків та запахів, в міру солодкий, зі смаком та запахом злаків
Колір	Молочно-білий, рівномірний за всією масою	Кремовий, рівномірний за всією масою, з включеннями більш яскравих частинок злаків

Результати оцінки консистенції показали, що у дослідному зразку, тобто продукті кисломолочному «Наріне» із наповнювачем було відсутнє газоутворення та виділення сироватки. За результатами органолептичних досліджень показників смаку слід відзначити, що продукт к/м «Наріне» із наповнювачем мав приємний в міру солодкий смак, тоді як смак «Наріне» виготовленого за ТУ 569.М.О.13 911364.001-92 був кислуватий. Отже, за результатами органолептичної оцінки бачимо, що продукт к/м «Наріне» із наповнювачем відповідає за всіма органолептичними показниками ТУ 569.М.О.13 911364.001-92.

**Висновок.** Використання наповнювача «П'ять злаків» обумовлює істотне підвищення якості «Наріне», одержання готової продукції з принципово новими властивостями; підвищенням харчової і енергетичної цінності продукції.

### Список використаних джерел

1. Novhorodska N. Sour milk drink with prebiotic properties. The scientific heritage. Hungary: Budapest, 2021. №62, Vol 1.P. 28-36
2. Соломон А.М., Новгородська Н.В., Бондар М.М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання : Монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.
3. 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.

Дмитро БОНДАР<sup>3</sup>,  
студент 3-го курсу  
факультет технології виробництва і  
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### ОЦІНКА ЯКОСТІ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ

**Анотація.** У статті проаналізовано упаковку, маркування, та зберігання м'ясних консервів, характеристика вимог якості м'ясних консервів

**Annotation.** The article analyzes the packaging, labeling and storage of canned meat, characteristics of the quality requirements for canned meat

**Вступ.** Якість м'ясних продуктів характеризується широкою сукупністю органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних, функціонально-

---

<sup>3</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Надія Новгородська.

технологічних властивостей, харчовою і біологічною цінністю, показниками безпеки. М'ясо і м'ясні продукти задовольняють потреби людини у тваринному білку, багатому незамінними амінокислотами [1].

Зміна якісних характеристик м'ясної сировини призводить до необхідності вдосконалення технологічних процесів, упровадження нових прогресивних технологій, що дасть змогу виробникам м'ясопродуктів успішно працювати в сучасних економічних умовах [2].

**Виклад основного матеріалу.** Найбільша проблема ринку м'ясних консервів це – фальсифікація продукції [2]. На даний час в Україні працює велика кількість підприємств, що випускають м'ясні консерви, асортимент їх продукції дуже різноманітний, проте якість часто не відповідає вимогам до цих продовольчих товарів. Все це і визначає актуальність товарознавчого дослідження асортименту, якості і конкурентоспроможності м'ясної консерви.

Для дослідження було взято консерву "Курка по-домашньому "Здорово" ТМ "Перший ряд", яка вироблена ТОВ "Фабрика Здоров'я". Органолептична оцінка визначає зовнішній вигляд і герметичність тари з консервованими продуктами, стан внутрішньої поверхні металевої тари та вміст консервів (зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенцію, якість укладання, стан рідкої частини).

Залежно від способу вживання консервів в їжу їх досліджують в холодному або розігрітому вигляді.

Дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик [1].

У результаті дослідження маркування відзначено наявність чіткого літографічного відтиску на досліджуваних консервах та виявлені деякі недоліки маркування м'ясної консерви, зокрема, був відсутній спосіб підготовки до вживання відповідно до вказівок в НТД (нормативно-технічної документації) на продукцію, відсоток сторонніх синтетичних (штучних) домішок (харчових добавок).

Основна частина вмісту банки м'ясо птиці, м'ясо соковите, не тверде, не переварене, шматочки цілі не розпадаються. Запах і смак відповідає тушкованому м'ясу, без стороннього присмаку і запаху

У досліджуваному зразку при оцінці тари, а саме після відкриття банки на внутрішній поверхні були помітні темні плями корозії.

За показником вологості м'ясні консерви «Здорово» не перевищували норму. При визначенні рівня рН, м'ясна консерва відповідала нормі – рН=6,8

Згідно досліджень за всіма показниками проведених при випробуванні консерви відповідають вимогам ТУ У 15.1-33259568-002:2009 [3]. Консерви фірми «Перший ряд» можна рекомендувати для споживання.

### **Список використаних джерел**

1. Стріха Л.О., Крамаренко О.С. Технохімічний контроль виробництва м'ясної промисловості. Миколаїв: МНАУ, 2020. 80 с.



2. Коробкіна З. В. Товарознавство смакових товарів: Підручник. / З. В. Коробкіна, О. Л. Романенко. К.: КНТЕУ, 2003. – 380 с.

3. ТУ У 15.1-33259568-002:2009. – «Консерви м'ясні з харчовими композиціями стерилізовані з курей свійських, герметично закриті: - курка домашнього здоров'я в жест. банках по 525 г - 2400 шт, (100 карт. упаковок по 24 шт.)»

**Вадим КРАВЕЦЬКИЙ<sup>4</sup>,**  
студент 2-го курсу,  
факультет технології виробництва і  
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **СПОЖИВЧІ ПЕРЕВАГИ ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ**

***Анотація.** Найбільш популярним на ринку ковбас є сегмент варених продуктів, їх перевагою є трохи нижча ціна, ніж на напівкопчені, копчені та в'ялені вироби. Усі показники якості вареної ковбаси, особливо її зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак, а також свіжість і стійкість прямо залежать від якості використовуваного м'яса.*

***Annotation.** The segment of cooked products is the most popular on the sausage market, their advantage is a slightly lower price than semi-smoked, smoked and cured products. All indicators of the quality of cooked sausage, especially its appearance, color, consistency, smell, taste, as well as freshness and durability, directly depend on the quality of the meat used.*

**Вступ.** Перехід до ринкових відносин, особливості становлення ринку в Україні, складні тенденції в реалізації методів і засобів державного регулювання в економіці перехідного періоду обумовили необхідність пильної уваги до формування товарного асортименту та якості в магазині.

На ринок України надходить широкий асортимент ковбасних виробів вітчизняного виробництва і не всі вони відповідають діючим вимогам.

На долю варених ковбасних виробів для більшості м'ясопереробних підприємств припадає 40-55 % усього об'єму ковбасних виробів, що виробляються. В сучасній ковбасі можна знайти все, що завгодно: соєвий білок, харчові барвники, харчові композиції, картопляний крохмаль, рисову або манні крупи та ароматизатори м'яса [1].

На якість варених ковбас під час зберігання впливає вид упаковки. Упаковки для зберігання варених ковбас можуть бути натуральними з кишкової

---

<sup>4</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Надія Новгородська.

сировини та штучними. Штучні оболонки у порівнянні з ковбасними оболонками природного походження мають деякі переваги: всі вони мають стандартні розміри, що дозволяє їх легше наповнювати фаршем та їх легше зберігати, тому що вони менше піддані псуванню [2].

**Виклад основного матеріалу.** Споживчі властивості ковбасних виробів включають в себе цілий комплекс корисних властивостей: безпека, харчова цінність, збереженість, кулінарно-технологічні, ергономічні, естетичні властивості, причому найбільш важливою властивістю харчових продуктів є їх безпека.

Згідно ДСТУ 4436:2005 «Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови» у варених ковбасах вищого ґатунку заборонені будь які добавки. Варена ковбаса вищого ґатунку повинна на 100% складатися з м'яса. Ковбаса першого ґатунку – 70 % м'яса, допускається наявність білкового стабілізатору – 10 %, соєвих та молочних продуктів – 10 %, круп – 5 % та крохмаль – 5%. Ковбаса другого ґатунку – 60 % м'яса і 40 %> добавок.

Ковбасні вироби є популярним продуктом харчування, особливим попитом у споживачів користуються саме варені ковбаси. Асортимент варених ковбасних виробів останнім часом істотно розширився: поряд з традиційними видами ковбас, виробленими за ДСТУ 4436:2005, випускається також велика кількість виробів за новими оригінальними технологіями з використанням нетрадиційної сировини. У зв'язку з цим, особливо актуальною є оцінка їх споживчих властивостей [3].

Важливе значення набуває створення виробів нового покоління, які мають загально зміцнюючу і профілактичну дію. Складові цих виробів здатні захистити організм від шкідливої дії оточуючого середовища і від появи в організмі людини хворих клітин. Розробляються продукти з включенням мікроорганізмів, здатних синтезувати біологічно активні структури (антитіла, рецептори, гормони), які сприяють виведенню або розкладу і знищенню шкідливих комплексів, завдяки чому попереджається захворювання людини [4].

**Висновок.** На даний час варена ковбаса користується досить великим попитом у населення, за рахунок того, що має низькі реалізаційні ціни і більшість населення віддає їй перевагу.

### Список використаних джерел

1. Пешук Л.В. Нові технології виготовлення варених ковбас з м'ясом птиці. *Мясной бизнес*. 2011. № 1. С. 67–69.
2. Новгородська В.В., Блащук В.В. Використання білково-жирових емульсій при виробництві варених ковбасних виробів. *Наукові праці національного університету харчових технологій*. 2016. Т. 22. № 6. С. 189–194.
3. ДСТУ 4436:2005. Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Технічні умови [Чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ,: Держспоживстандарт України. 2005. 15 с.

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.

**Марина ГРИНЕВИЧ<sup>5</sup>**,  
студентка 4-го курсу,  
**Світлана РЕЗНІК**,  
студентка 4-го курсу,  
факультет технології виробництва і  
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЇСТІВНІ ПАКУВАЛЬНІ ПЛІВКИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІСАХАРИДІВ**

***Анотація.** Перспективним напрямком у технології пакування є використання їстівного пакувального покриття. За такого використання основою плівки використовують полісахариди рослинного походження. Плівкові покриття з природних полісахаридів, зокрема похідних целюлози й модифікованих крохмалів, захищають продукти від втрати маси (за рахунок зниження швидкості випаровування вологи) та створюють бар'єр для проникнення речовин ззовні, сповільнюючи процеси, що обумовлюють псування виробу.*

***Annotation.** A promising direction in packaging technology is the use of edible packaging coating. Plant-based polysaccharides are required for this use of the base film. Film coatings made of natural polysaccharides, in particular cellulose derivatives and modified starches, protect products from lost mass (by reducing the rate of moisture evaporation) and create a barrier for the penetration of substances from the outside, slowing down the processes that cause product spoilage.*

***Вступ.** Сучасні виклики пов'язано з питаннями зменшення кількості відходів та зниження залежності від пластику. Вирішення знаходиться в площині пошуку виробництва та використання екологічно чистої упаковки, зокрема набуває популярності такий вид, як їстівна.*

Компонентними матеріалами для виробництва їстівних пакувальних матеріалів є біоматеріали різноманітного походження та продуктів рослинного походження, тому її використання є вельми перспективним напрямком у технології пакування. Плівкоутворювальна основа в цьому випадку – природні полімери полісахариди. Покриття з похідних целюлози й модифікованих

---

<sup>5</sup>Науковий керівник: д.т.н., доцент, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології Ірина Берник.

крохмалів захищають продукти харчування від втрати маси (за рахунок зниження швидкості випаровування вологи).

Для людства актуальним питанням сьогодення є зменшення кількості відходів та зниження залежності від пластику. Вирішення знаходиться у площині пошуку виробництва та використання екологічно чистої упаковки, зокрема набуває популярності такий вид, як їстівна.

У харчовій галузі упаковка відіграє достатньо важливу роль, що пов'язано з питаннями забезпечення якості та безпечності харчових продуктів. При цьому формуються небезпеки пов'язані з екологічним забрудненням. Сучасні пакувальні матеріали для харчових продуктів виробляють із матеріалів, які не є біорозкладними, що призводить до додаткових витрат з метою їх утилізації та завдає значної шкоди довкіллю. Як альтернативу за пропоновано використання біорозкладних пакувальних матеріалів, складовими компонентними для виробництва є біоматеріали різноманітного походження.

Метою статті є розробка технології та складу їстівної пакувальної плівки для харчових продуктів на основі полісахаридів.

**Виклад основного матеріалу.** Зберігання продуктів харчування має дуже важливе значення, адже використання неправильної упаковки може серйозно позначитися на здоров'ї людини.

Сучасна упаковка – це повноцінний захист їжі від вологи, температури й сонячного випромінювання. Тому кожен виробник ретельно продумує не лише як ефектно представити товар, задаючи оригінальний дизайн своїм виробам, але й враховує функціональність упаковки [1].

Останнім часом люди вважають за краще запасатися продуктами харчування на декілька днів. Тривалий термін зберігання їжі забезпечують не тільки високою якістю продукції, але й спеціальними упаковками, які зберігають цілісність вмісту та захищають її від зовнішніх впливів [2].

Харчова промисловість наразі приділяє особливу увагу розробці принципово нових пакувальних матеріалів, які були б нетоксичними та легко утилізувалися. Крім того, вони повинні ефективно захищати харчові продукти від мікробного пошкодження та впливу кисню, а також запобігати усадці продукту під час виробництва та зберігання. Харчова упаковка є більш екологічною, оскільки виготовляється з органічних природних матеріалів. Крім того, якщо таку упаковку викинути після того, як їжу з'їли, вона не забруднює ґрунт і може бути використана як їжа для мікроорганізмів.

Тому основні вимоги до упаковки повинні враховувати надійність, безпеку, екологічність, сумісність, естетичність, взаємозамінність та економічність (рис. 1) [3, 4].

Харчове покриття - це тонкий шар їстівного матеріалу, сформований для покриття харчового продукту, тоді як харчова плівка - це тонкий шар з їстівного матеріалу, який після формування використовується для пакування харчових продуктів. Основна відмінність полягає в тому, що їстівні покриття розпилюють, занурюють або наносять безпосередньо на продукт у вигляді розчину, тоді як їстівні плівки формують у вигляді суцільного листа, який потім

використовують як харчову упаковку. Упаковка (покриття або плівка) відіграє важливу роль у зберіганні, транспортуванні та продажу харчових продуктів [3].

---

Безпечність - шкідливі речовини, якщо такі містяться в упаковці, не повинні переходити у товар, до якого безпосередньо торкається продукція.

---

Екологічність - при використанні та утилізації упаковка не повинна чинити екодеструктивний вплив на довкілля.

---

Надійність - упаковка має зберігати свої механічні властивості й герметичність протягом всього періоду.

---

Сумісність - тара не повинна хміжувати споживчі властивості товарів.

---

Взаємозамінність - упаковка одного виду може замінити упаковку іншого при використанні продукції за одним й тим же призначенням.

---

Естетичність - зовнішній вигляд упаковки має бути привабливим.

---

Економічна доцільність - вартість, ціна експлуатації та утилізації упаковки мають бути мінімальними. Вартість залежить від матеріалів, а також технологічності виробництва упаковки.

*Рис. 1. Основні вимоги до упаковки сировини та матеріалів*

Їстівні упаковки мають низку переваг (рис. 2).



*Рис. 2. Переваги їстівної упаковки*

Їстівні покриття та плівки зазвичай класифікують відповідно до їхнього структурного матеріалу. Наприклад, композитні плівки, що поєднують ліпіди та

гідроколоїди, утворюють біоплівки.

Окрім досліджень антимікробних властивостей, було проведено багато досліджень механічної міцності та газопроникності (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).

Як і інша екологічно чиста упаковка, їстівна упаковка має свої недоліки. Коли використовується їстівна упаковка, для деяких продуктів можуть знадобитися неїстівні матеріали, що може поставити під загрозу деякі з екологічних переваг.

Їстівна упаковка також більш чутлива до температури і нагрівання, а тому вимагає більшої уваги під час доставки [4, 5].

З огляду на численні дослідження та розробки можна стверджувати, що їстівна упаковка безпечна й ефективна, проте можуть виникнути труднощі із завоюванням довіри клієнтів щодо упаковки, яку вони можуть з'їсти [6].

Люди настільки звикли викидати упаковку або розглядати її як одноразовий предмет, що потрібен час, щоб погляди щодо використання їстівної упаковки змінилися.

Для виробництва їстівних пакувальних плівок для харчових продуктів на основі полісахаридів запропоновано склад формувального розчину (табл. 1).

**Таблиця 1**

**Склад формувального розчину їстівного покриття/плівки**

Компонент	Вміст, %
Яблучні вичавки	10
Крохмаль	3
Пектин	2
Гліцерин	15
Вода	70

Технологічний процес отримання їстівного покриття полягає у реалізації технологічних операцій підготовки складових компонентів композиційної суміші, теплової обробки та формування (рис. 3).

Вимогами до їстівних упаковок є органолептична прийнятність. Тому логічним і необхідним є дослідження органолептичних показників якості, зокрема кольору, запаху, смаку, пережовування та зовнішній вигляд поверхні виробу. Результати аналізу органолептичних показників, виготовлених нами їстівних упаковок, наведено у (табл. 2).

**Таблиця 2**

**Органолептичні властивості їстівних плівок**

Показник	Характеристика органолептичних показників
Зовнішній вид	Поверхня нерівна, із вкрапленнями яблучних вичавок, матова, без тріщин
Колір	Блідо-жовто-коричневий, темно-зелений
Запах	Слабкий яблучний
Смак	Кислуватий
Прожовуваність	Хороша



**Рис. 3. Технологічна схема отримання формувального розчину їстівного покриття/плівки**

**Висновок.** Проведено аналіз сучасних способів пакування харчових продуктів. На даному етапі розвитку харчової сфери найважливішим фактором є екологічність. Розроблено склад і досліджено показники якості пакувальної плівки, запропоновано технологію отримання формувального розчину для їстівного покриття.

### Список використаних джерел

1. Як вибрати упаковку для харчових продуктів: ключові моменти URL: <https://optipak.com.ua/uk/yak-vibrati-upakovku-dlya-harchovih-produktiv-klyuchovi-momenti/> (дата звернення: 08.08.2023).
2. Упаковка для харчових продуктів URL: <https://lunapack.com.ua/kartonnaya-upakovka/upakovka-dlja-kharchovikh-produktiv/> (дата звернення: 08.08.2023).
3. Тенденції 2021 року у виробництві харчової упаковки URL: <https://evopack.com.ua/tendencziyi-2021-roku-u-vyrobnyctvi-harchovoyi-upakovku/> (дата звернення: 10.08.2023).
4. Гавва, О.О., Беспалько А.П. Їстівна упаковка. *Упаковка*. 2001. № 1. С. 46–47.
5. Їстівна упаковка – тренд, що швидко наближається, в області екологічно чистої упаковки URL: <https://azbyka.com.ua/uk/sedobnaya-upakovka1/> (дата звернення: 10.08.2023).
6. Про їстівну упаковку- мрії та реальності URL: <https://infua.top/index.php/vyrobnytstvo/kharchova/zberihannia/pro-istivnu-upakovku-mrii-ta-realii/> (дата звернення: 09.08.2023).

Дмитро ДАЩЕНКО<sup>6</sup>,  
студент 4-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## МІКРОБІОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МАСЛА

***Анотація.** Якщо говорити про користь вершкового масла, зрозуміло, при помірному вживанні, воно корисно при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, вітамін А, що міститься в продукті, загоює дрібні ранки шлунку, і, завдяки «мастилу», хворий шлунок одужує швидше. Олеїнова кислота, що міститься в маслі, допомагає знизити ризик розвитку ракових захворювань. Рекомендована доза – не більше 15 г в день.*

*Жири продукти – відмінне джерело енергії, тому вершкове масло корисно жителям країн з холодним кліматом або в зимовий період, так як допомагає зігрітися. Жири, що входять до складу клітин організму, зокрема, що знаходяться в тканинах головного мозку, активно сприяють оновленню клітин. Потрібно обов'язково включати вершкове масло в раціон дітей, так як його брак в їжі веде до зниження розумової активності та успішності в школі. Але не варто забувати про те, що у вершковому маслі міститься велика кількість холестерину, та надмірне споживання продукту може викликати атеросклероз.*

***Annotation.** If we talk about the benefits of butter, of course, with moderate use, it is useful for diseases of the gastrointestinal tract, vitamin A contained in the product heals small wounds of the stomach, and thanks to the "lubricant", the sick stomach recovers faster. Oleic acid, contained in oil, helps reduce the risk of cancer. The recommended dose is no more than 15 g per day.*

*Fatty foods are an excellent source of energy, so butter is useful for residents of countries with a cold climate or in the winter, as it helps to warm up. Fats that are part of body cells, in particular, those found in brain tissues, actively contribute to cell renewal. It is necessary to include butter in the diet of children, since its lack in food leads to a decrease in mental activity and success in school. But do not forget that butter contains a large amount of cholesterol, and excessive consumption of the product can cause atherosclerosis.*

***Вступ.** Молочну промисловість розділяють на кілька виробничих секторів: підприємства по виробництву тваринного масла, продукції з незбираного молока, вершкового масла, молочних консервів, сиру, казеїну та іншого.*

*Вершкове масло – це природний продукт, який отримують шляхом збивання вершків до напівтвердого стану. Вершкове масло використовується*

---

<sup>6</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла СОЛОМОН.



для намазування хлібу і тостів, а також в якості інгредієнта для приготування їжі й випічки.

Повідомляється, що для отримання вершкового масла необхідно переробити 20–25 кг молока з дотриманням технологічних процедур зазначених ДСТУ. На сьогоднішній день, виробництво вершкового масла втратило рентабельність через зниження кількості сировини та цін на сухе молоко і виробники почали виробляти продукцію з комбінованим складом. Для нової продукції (спреди) використовуються замітники молочного жиру на рослинній основі, які дають змогу регулювати жирнокислотний склад вершкового масла. Останній дає змогу підвищити біологічну, фізіологічну цінність, розширити асортимент, знизити собівартість. Зниження калорійності та підвищення корисності масла є досить привабливим для покупця.

**Виклад основного матеріалу.** Масло, є харчовим продуктом, яке виробляється із коров'ячого молока і складається із безперервного жирового середовища з рівномірним розподілом в ньому вологи і сухих знежирених речовин молока.

Масло є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, так як в ньому є всі необхідні для їх розвитку поживні речовини (білки, вуглеводи, солі), та волога, яка необхідна для життєдіяльності мікробів. У зв'язку з цим якість масла при зберіганні частіше всього змінюється в результаті мікробіологічних процесів, які в ньому проходять.

Мікробіологічні процеси розвиваються переважно в плазмі масла, яка представляє собою водний розчин білків, молочного цукру, молочної кислоти (в кисловершковому маслі), солей та інших речовин.

Масло виготовляється методом збивання або на поточній лінії. Під час збивання масла більша частина мікробів, що знаходиться у вершках, переходить у сколотини. [1, 2].

У процесі виробництва в масло можуть попадати мікроорганізми з вершків, обладнання для виготовлення масла, води, солі, барвників, повітря, пакувальних матеріалів.

Вершки є найбільш інтенсивним джерелом мікрофлори масла. У складі мікрофлори солодких вершків переважають спорові палички (гнильні і маслянокислі), а з посуду й охолоджувача попадають флуоресціюючі бактерії, молочнокислі бактерії та кишкові палички. Більшість мікроорганізмів потрапляє в масло під час його виготовлення.

Мікрофлора, що потрапляє з апаратури у вершки може складатися із молочнокислих бактерій спорових і безспорних паличок (серед останніх можуть бути флуоресціюючі бактерії, які розщеплюють жир і білки).

При виробництві кисловершкового масла основна мікрофлора вершків після внесення закваски складається із молочнокислих стрептококів.

Стороння (немолочнокисла) мікрофлора складає мізерну кількість і в кисловершковому маслі порівняно із солодковершковим відіграє меншу роль. Розвиток її затримується молочною кислотою, яка утворюється в результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій. Окрім лактококів і лейконостоків до

складу заквасок можуть бути введені мезофільні лактобацили для прискорення визрівання сирів або пригнічення шкідливих газоутворюючих бактерій [3].

Обладнання для виготовлення масла, як джерело первинної мікрофлори масловиготовлювач має велике значення, оскільки з ним стикається масло в той момент, коли воно тільки формується з окремих жирових шариків. Найбільшу кількість мікроорганізмів містить дерев'яний масловиготовлювач [4].

Якість води має дуже важливе значення у масловиробництві, тому що при промиванні масла вона безпосередньо стикається з ним, а частина води входить до складу продукту. До якості води, яка використовується в маслоробстві, висуваються такі вимоги, як і до питної.

Сіль не є поживним середовищем для мікроорганізмів, тому вона не може бути суттєвим джерелом обсіменіння масла. Однак при недостатньому очищенні і зберіганні в поганих умовах бактеріальне обсіменіння солі може значно збільшитися [5].

Барвники (куркума, орлеан), як і сіль, не є значним джерелом бактеріального обсіменіння масла. При оцінці придатності барвника необхідно звертати увагу на наявність у ньому міцелію грибів.

Повітря має практичне значення тільки як джерело забруднення масла спорами цвілей. Однак за умови ретельної вентиляції і дезинфекції повітря за допомогою бактерицидних ламп значення цього джерела мікрофлори невелике.

До пакувальних матеріалів відносяться пергамент і дерево, яке використовується для виготовлення ящиків і бочок. Пакувальні матеріали можуть впливати тільки на мікрофлору поверхні масла [6].

Молочна промисловість випускає такі види масла: солодковершкове і кисловершкове (солоне і несолене), вологодське, любительське, селянське, топлене та ін.

На якість масла і його стійкість при зберіганні впливає ряд факторів: рівень годівлі молочних корів і якість кормів; санітарні умови отримання молока; свіжість молока і вершків; умови переробки вершків на масло і режим зберігання готового продукту [7].

Мікрофлора солодковершкового масла складається із залишкової мікрофлори вершків після пастеризації і тих мікроорганізмів, які попадають у вершки під час їх охолодження, витримки і збивання. Швидкість збільшення кількості мікрофлори залежить від температури зберігання масла.

У кисловершковому маслі переважає молочнокисла мікрофлора, внесена у вершки із закваскою. На кількісний склад мікрофлори масла впливає метод сквашування вершків при його виробленні (тривале чи короткотривале сквашування).

При тривалому сквашуванні вершків кількість мікроорганізмів свіжого масла досягає десятків мільйонів у 1 г. Короткотривале сквашування виключає розвиток мікробіологічного процесу в самих вершках. Обсяг мікрофлори такого масла знаходиться в межах 5 млн. у 1 г.

При зберіганні масла короткотривалого сквашування спостерігається деякий ріст бактерій (при температурі вище 10°C молочнокислих і сторонніх, а

при температурі нижче 10°C тільки немолочнокислих психотропних мікроорганізмів) потім мікрофлора в ньому відмирає, але більш повільно, ніж при зберіганні масла тривалого сквашування.

Різниця в динаміці мікробіологічних процесів при зберіганні масла короткотривалого і тривалого сквашування обумовлюється, очевидно, неоднаковою кислотністю плазми масла. При однаковій кислотності плазми мікрофлора буде змінюватися однаково.

Виробництво масла на поточній лінії характеризується тим, що не має необхідності збивати вершки. Основну мікрофлору цього масла складають мікроорганізми, які залишаються після пастеризації, тобто головним чином спорові палички. Бактеріальне обсіменіння вершків після пастеризації можливе тільки в охолоджувачі і частково при розфасовці масла [4].

Перевіряють якість молока для Закваски (за органолептичними показниками, кислотності, редуктазній пробі) і якість закваски за всіма показниками, звертаючи особливу увагу на наявність в ній діацетилу.

Вершки, які поступають на завод, контролюють пробою на редуктазу. В ході технологічного процесу вершки багаторазово контролюють на загальну кількість бактерій в 1 г і наявність бактерій групи кишкових паличок: вершки після пастеризації і охолодження, після дозрівання (метод збивання), вершки із під сепаратора (при виробництві масла на поточній лінії).

У готовому маслі визначають бродильний титр, кількість протеолітичних бактерій, плісень, дріжджів. У солодковершковому маслі додатково визначають загальну кількість бактерій і кількість молочнокислих бактерій в 1 мл масла. Існують приблизні нормативи для оцінки якості масла за вмістом мікроорганізмів названих груп.

**Таблиця 1**

*Дослідження органолептичних властивостей масла з різною масовою часткою жиру*

Зразок	Смак і запах	Колір	Консистенція
Масло солодковершкове екстра 82,5% жиру	приємний, притаманний вершковому маслу	світло жовтий, ближче до білого кольору	щільна
Масло солодковершкове селянське, жирність	приємний	світло жовтий, ближче до білого	тверда
Масло солодковершкове Бутербродне 63%	ледве відчувається	білий	щільна, крихкість відсутня, присутні краплі вологи

Смак і запах усіх зразків були чистими, без сторонніх присмаків і запахів, що характерно для вершкового масла.

Усі зразки масла мали щільну, цілісну упаковку, на етикетках нанесені повні назви продуктів, терміни придатності, умови зберігання, маса нетто, інформаційні дані про харчову та енергетичну цінність (калорійність) 100 г продукту. Коли масло заморожували, то спостерігали, що через годину всі

зразки тверділи, а при спробі відрізати – відламались. Це, вказує на те, що масло виготовлене з молока та (або) продуктів його переробки.

**Висновок.** Підсумовуючи всі дослідження робимо висновок, що вершкове масло є дуже сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, так як в ньому є всі необхідні для їх розвитку поживні речовини та волога, яка необхідна для життєдіяльності мікробів. У зв'язку з цим якість масла при зберіганні частіше всього змінюється в результаті мікробіологічних процесів, які в ньому проходять.

### Список використаних джерел

1. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія молочних продуктів. НУХТ. 2013. 240 с.
2. Асонов Н.Р. Мікробіологія. К. Колос, 2017.
3. ДСТУ 4399:2005 Масло вершкове. Технічні умови.
4. Власенко В.В., Машкін МІ., Бігун П.П. Технологія виробництва і переробки молока та молочних продуктів. Вінниця.: Гіпаніс, 2000. 306 с.
5. ДСТУ 4422:2005 Молочна промисловість. Виробництво масла. Терміни та визначення понять. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.
6. Берник І.М., Фаріонік Т.В., Новгородська Н.В. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного і рослинного походження. Навчальний посібник. Вінниця.: Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.
7. Могилянська Н.О., Лисогор Л.А., Дідух Т.А. Визначення рослинних жирів у вершковому маслі. *Наукові праці ОНУХТ*. 2010. В. 38. Т.2. С.268 - 274.

**Олег НОВГОРОДСЬКИЙ<sup>7</sup>**,  
магістрант 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва і  
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

### БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ВАРЕНИХ ДИТЯЧИХ КОВБАС

**Анотація.** У статті розглянуто можливості використання амінокислотної добавки у м'ясопереробній галузі. Подано рецептури варених дитячих ковбас, узагальнено амінокислотний склад, проаналізовано амінокислотний скор, визначено показники біологічної цінності.

**Annotation.** The article discusses the possibilities of using amino acid additives in the meat processing industry. Recipes of boiled children's sausages are

---

<sup>7</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Надія Новгородська.

*presented, the amino acid composition is summarized, the amino acid score is analyzed, and indicators of biological value are determined.*

**Вступ.** Поживна цінність м'яса залежить від кількісного співвідношення вологи, білка, жиру, вмісту незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, мікро- і макроелементів, а також органолептичних показників м'яса.

Поживність визначається біологічною цінністю і засвоюваністю речовин, що входять до складу їжі. Біологічна цінність білкових речовин пов'язана з їх здатністю бути вихідним матеріалом для побудови важливих елементів організму білкового походження — тканин, ферментів, гормонів.

Біологічна цінність визначається тією частиною засвоєного організмом білка, яка здатна задовольнити його потреби в синтезі необхідних білкових сполук і компенсації витрат на функціональну діяльність органів.

Оскільки організм людини не здатен синтезувати деякі обов'язкові для синтезу його тканин амінокислоти, ці амінокислоти мають надходити в складі незамінного білкового мінімуму. До нього повинна входити певна кількість несинтезованих, незамінних амінокислот: валін, триптофан, лейцин, лізин, ізолейцин, аргінін, гістидин, треонін, метіонін, цистин, фенілаланін, тирозин.

Тому, визначаючи поживну цінність білкових продуктів, у тому числі м'яса і м'ясних продуктів, потрібно виходити насамперед з того, якою мірою кількісне співвідношення незамінних амінокислот, що містяться в них, наближається до оптимального, визначеного міжнародною комісією ФАО/ВОЗ, а також від сумарного співвідношення незамінних і замінних амінокислот.

Амінокислотний стан білкових речовин може змінюватися залежно від виду, статі, віку і навіть фізіологічного стану тварин перед забоєм.

Основна мета наукових досліджень полягала в розробці м'ясного продукту для дитячого харчування збалансованого за основними біологічно-активними складовими.

**Виклад основного матеріалу.** Враховуючи активний метаболізм дитячого організму, кожна вікова група має свої кількісні потреби в основних нутрієнтах харчування. Для рекомендацій використання розробленої продукції розглянуто віковий діапазон малюків з 4 до 6 років.

Основним будівельним матеріалом зростаючого організму є білок. Ступінь його засвоювання залежить, в першу чергу, від збалансованості за амінокислотним складом.

Відповідно до аналізу даних, наведених в таблиці, розроблений продукт повністю збалансований за амінокислотним скором. За всіма амінокислотами показник значно перевищує 100 % та знаходиться в межах від 117,9 % для валіну до 161,2 для лізину. Слід відзначити, що розроблена початкова рецептура також має високі значення амінокислотного скору за рахунок вдало вибраної м'ясної сировини. Контрольний зразок має лише одну амінокислоту – валін, значення скору якого складає 94,7 %.

Таблиця 1

## Порівняльна характеристика амінокислотного скору ковбас

Найменування амінокислот	Еталонний білок за ФАО/ВОО 3, мг/1г білка	Контроль		Дослідний зразок	
		Середній вміст у зразку, мг/1г білка	Амінокислотний скор, %	Середній вміст у зразку, мг/1г білка	Амінокислотний скор, %
Валін	50	47,35	94,7	58,95	117,9
Лейцин	70	71,18	101,7	86,18	123,1
Лізин	55	73,59	113,8	88,69	161,2
Ізолейцин	40	44,52	111,3	53,82	134,5
Метіонін+ Цистеїн	35	51,0	145,7	51,55	147,3
Фенілаланін+ Тирозин	60	70,94	118,2	90,44	150,7
Треонін	40	44,3	110,7	54,9	137,2
Триптофан	10	12,0	120,0	14,8	148,0
Разом	360	395,02	-	484,72	-

**Висновок.** Експериментальними дослідженнями встановлено високу харчову та біологічну цінність готового продукту за рахунок збалансованого амінокислотного складу.

## Список використаних джерел

1. Сидоренко О., Апач М., Буркацька Г. Біологічна цінність білків RARANA VENOSA. *Товари і ринки*. №1. 2016. С. 159-168
2. Баль-Прилипко Л.В., Слободянюк Н.М., Леонова Б.І., Крижова Ю.П. Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі: Підручник. К.: Видання друге, виправлене та доповнене, 2016. 569 с.
3. 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.

**Аліна ТКАЧУК<sup>8</sup>,**  
студентка 4-го року навчання,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИННИХ ДОБАВОК У ВИРОБНИЦТВІ КОМБІНОВАНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.**

***Анотація.** У роботі досліджено природні джерела харчових добавок та використання у харчовій промисловості рослинних добавок у виробництві комбінованих молочних продуктів.*

***Annotation.** The work investigates natural sources of food additives and the use of plant additives in the food industry in the production of combined dairy products.*

**Вступ.** За останні роки чітко визначилася тенденція створення продуктів, в яких молочно-білкова основа комбінується з різними добавками, в тому числі рослинного походження: злаковими, бобовими, овочевими та фруктовими. Молоко має найбільш виражені збагачувальні властивості, ніж інші продукти, і в більшій мірі вони проявляються в комбінаціях: молоко - зернові; молоко - фрукти; молоко - ягоди; молоко - дріжджі в складі хліба.

Це забезпечує високий рівень збалансованості їжі за амінокислотним і вітамінним складом. Крім того, це підвищує засвоюваність продуктів, що містять вуглеводи, в тому числі крохмаль.

**Виклад основного матеріалу.** Наявність в рослинних добавках речовин (пектину, целюлози, геміцелюлози, а також лігніну, гуми), об'єднані під назвою харчова клітковина або сира клітковина, яка впливає на стан моторної функції травної системи і на ліпідний обмін [1]. Вважають, що нестача в раціоні клітковини є чинником, що сприяє розвитку таких захворювань, як ожиріння, жовчнокам'яна хвороба, серцево-судинні захворювання.

Їх позитивний вплив полягає в тому, що активізуються жувальні функції, подовжується час перебування їжі в шлунку, активізується перистальтика кишечника.

Також відомо, що харчові волокна, що входять до складу злакових культур, не тільки регулюють фізіологічні та біохімічні процеси в організми, а й виступають в якості природніх сорбентів, які здатні зв'язувати не тільки радіонукліди, холестерин, але і інші токсичні речовини [2].

Для підвищення харчової і біологічної цінності продуктів харчування широко використовуються різні добавки з підвищеним вмістом білка, незамінних амінокислот, вітамінів, мікро- і макроелементів. При цьому зростає

---

<sup>8</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Алла СОЛОМОН.

інтерес до вивчення складу, структури, властивостей, технологічних аспектів отримання і напрямів переробки зернопродуктів, який пояснюється хімічним складом і функціональними властивостями зерна.

Одними із перших місць серед злакових культур по харчовим, смаковим і технологічними властивостями займають пшениця та кукурудза.

У зерні кукурудзи міститься в середньому:

- білків - 10,3 %,

- жирів - 4,9%,

- вуглеводів - 67,5%, в тому числі крохмалю - 56,9%, клітковини - 1,2%, мінеральних речовин, мг: натрію – 14%, калію – 246%, кальцію – 99%, магнію – 120%, фосфору – 218%, заліза - 4,4%,

- а також вітамінів, мг : В1 - 0,38%, В2 - 0,14%, РР - 2,10%.

У порівнянні з пшеницею в кукурудзі міститься більше ліпідів, цукрів, геміцелюлози. Вона багата макро- і мікроелементами (серед них переважають калій, кальцій, магній, сірка, фосфор), вітамінами Е, В6, біотин та ін. В складі жирних кислот кукурудзи переважають поліненасичені (лінолева і ліноленова) кислоти [3,4].

При розмелі злакових утворюються різні продукти їх переробки (борошно, крупи). Побічними продуктами борошномельних і круп'яних підприємств є висівки, кормова мучка. В основному ці продукти використовуються як концентровані корми.

Висівки містять білка від 16 до 20%, жиру - до 5,4%, вуглеводів - до 70%. Крім того, використання висівок у виробництві желейних мас дозволяє підвищити біологічну цінність продукту (вміст амінокислот збільшується в 1,4 рази у порівнянні із зразками без висівок). Висівки використовуються у виробництві хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів.

Зернопродукти використовуються у виробництві кисломолочних продуктів і продуктів дитячого харчування.

У Німеччині виробляється цілий ряд кисломолочних напоїв типу йогуртів з використанням мелених зерен пшениці, жита, кукурудзи, ячменю, вівса, гречки, рису, а також фруктових наповнювачів, меду, шоколаду, сухофруктів. В Австралії виробляють ароматизований молочний продукт під назвою «good one», до складу якого входить молоко, глюкоза, сухе знежирене молоко, солод, яєчний порошок, пророслі зерна пшениці [5].

Для виробництва цих продуктів використовуються технології, засновані на сучасних методах обробки зерна і зернопродуктів:

- екструдуювання,
- інфрачервоне випромінювання,
- гамма-опромінювання.

Ці методи здійснюють глибоку термообробку зернової сировини з механічним руйнуванням структури ендосперми.

Способом екструдуювання отримують дієтичні висівки, що відрізняються від розсипних більш високими споживчими властивостями, гігієнічними показниками і збільшеними термінами зберігання. Ці продукти знайшли



широке застосування в хлібопекарській, макаронній промисловості та кулінарії [6].

Великі перспективи при отриманні комбінованих продуктів має соя, білки якої характеризуються високою харчовою цінністю. Вміст білка в сої перевершує зміст його в інших джерелах рослинного походження і становить від 35 до 50%. Соевий білок характеризується хорошою біологічною цінністю.

Продукти переробки сої використовуються при виробленні молока, кисломолочних продуктів, сирів. Так, створена промислова технологія м'якого сиру з використанням соєвого білка. Використання соєвого білка сприяло отриманню продукту з високим вмістом лізину, валіну, лейцину, тирозину, фенілаланіну та інших амінокислот. Також розроблені нові види комбінованих молочних продуктів з використанням нежирної молочної сировини і продуктів переробки сої для лікувально-профілактичного харчування[7].

При виробництві молочних продуктів зустрічаються використання солоду, отриманого на основі переробки ячменю, що є хорошим джерелом рослинного білка, мікро- і макроелементів, а також харчових волокон. Вивчено вплив температури плавлення, дози внесення наповнювача і масової частки жиру на формування смаку і запаху плавленого сиру «Ячмінний». Встановлено, що кращі результати з отримання плавленого сиру з характерними органолептичними показниками виходять при температурі плавлення маси 77 - 80 °С, дозі внесення солоду 12% і масової частки жиру 35%.

Досить багато робіт присвячено проблемі використання при виробленні молочних білкових продуктів плодово-ягідної і овочевої сировини, за допомогою якого в них можна регулювати вміст вітамінів, пектинових речовин, мінеральних солей, цукрів, а також різних ароматичних речовин та інших біологічно активних сполук.

У виробництві комбінованих молочних продуктів із збитою структурою використовують журавлину і чорноплідну горобину. В якості основи для таких продуктів вибрано сухе знежирене молоко, а ягоди використовуються у вигляді подварок. Використання ягідних подварок дозволило збагатити готові продукти вуглеводами, водорозчинними вітамінами, мінеральними елементами і іншими біологічно активними речовинами .

Розроблено технологію м'якого кислотно-сичужного сиру з використанням плодів та порошку чорноплідної горобини.

Раціональними технологічними параметрами, що дозволяють отримати продукт із хорошими органолептичними та фізико-хімічними показниками є наступні:

- доза внесення чорноплідної горобини ( $9,0 \pm 0,1$ ) %,
- доза внесення порошку чорноплідної горобини ( $1,4 \pm 0,1$ ) % ,
- масова частка жиру в сухій речовині ( $29,0 \pm 1,0$ ) %.

Для підвищення харчової цінності сирних виробів з використанням зерноборошняних наповнювачів розроблена технологія виробництва пудингів з нежирного сиру з використанням в якості наповнювачів борошно рисової, кукурудзяної, ячмінної, вівсяної, зародків пшениці та пшеничних висівків.

Для наукового обґрунтування рецептур на основі розрахунку оптимального співвідношення білків визначені пропорції сиру і з борошна, які склали:

- з рисовим борошном 70:30,
- з кукурудзяної 54-46;
- з ячмінної 78:22;
- з вівсяної 82:18;
- з борошном зародків пшениці 73:27;
- з пшеничними висівками 75:25.

В результаті визначення можливої кількості вводяться наповнювачі з урахуванням органолептичної оцінки якості - менше 10 %, крім кукурудзяного борошна – 5 %, від маси основного продукту. Розроблені вироби задовольняють добову потребу організму у білках на 14-18 %. Введення наповнювачів збільшує вміст тіаміну, рибофлавіну. Поряд з цим встановлено, що в зразках із вівсяним борошном і пшеничними висівками підвищується вміст білка на 5,8 і 4,1% відповідно, з борошном зародків пшениці - на 11,8 %. Використання запропонованих наповнювачів відображається на дії протеолітичних ферментів. Для пудингів з борошном рисової, ячмінної, вівсяної і зародків пшениці характерна висока ступінь гідролізу, яка не поступається традиційним виробам. Використання кукурудзяного борошна, пшеничних висівок сповільнює протеоліз пудингів, що в зразках із вівсяним борошном і пшеничними висівками підвищується вміст білка на 5,8 і 4,1% відповідно, з борошном зародків пшениці - на 11,8%.

На основі моделювання принципів проектування харчових продуктів, розроблена технологія багатокомпонентних сирних десертів, до складу яких входять, крім загальноприйнятих компонентів, харчові волокна. Це дозволяє знизити витрату сировини без шкоди якості, розширити асортимент і підвищити харчову та біологічну цінність, створити групу десертів лікувально-профілактичного призначення [8].

З огляду на те, що продукти переробки зернових культур при змішуванні з водою утворюють колоїдні структури, а вміст мінеральних речовин і вітамінів Е, А, В1, В2, РР підвищують імунну систему людини і сприяють виведенню радіонуклідів, а також те, що молоко і молочні продукти є хорошою основою для отримання різних видів комбінованих продуктів на їх основі.

Вважаю за доцільне вивчити можливість застосування продуктів переробки таких зернових культур, як пшениця і кукурудза при виробництві кисломолочних продуктів.

**Висновок.** Вибір рослинної добавки в тому числі рослинного походження: злаковими, бобовими, овочевими та фруктовими. Молоко має найбільш виражені збагачувальні властивості, ніж інші продукти, і в більшій мірі вони проявляються в комбінаціях: молоко - зернові; молоко - фрукти; молоко - ягоди; молоко - дріжджі в складі хліба, в якості об'єкту дослідження обумовлений невисокою вартістю і доступністю, високими органолептичними показниками і перевагами споживачів на продовольчому ринку. Це забезпечує

високий рівень збалансованості їжі за амінокислотним і вітамінним складом. Крім того, це підвищує засвоюваність продуктів, що містять вуглеводи, в тому числі крохмаль.

Завдяки використанню різних добавок з підвищеним вмістом білка, незамінних амінокислот, вітамінів, мікро- і макроелементів зростає інтерес до вивчення складу, структури, властивостей, технологічних аспектів отримання і напрямів переробки зернопродуктів, який пояснюється хімічним складом і функціональними властивостями зерна.

### **Список використаних джерел**

1. Грек О.В. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів. К.: НУХТ, 2009. 235 с.
2. Домарецький В.А., Остапчук В.М., Українець А.І. Технологія харчових продуктів. К.: НУХТ, 2003. 572 с.
3. Кочубей О.В. Контроль якості та безпечності харчових продуктів. Конспект лекцій. К.: НУХТ, 2006.
4. Власенко В.В., Машкін М.І., Бігун П.П. Технологія виробництва і переробки молока та молочних продуктів. Вінниця: Гіпаніс, 2000. 306 с.
5. Берник І.М., Фаріонік Т.В., Новгородська Н.В. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного і рослинного походження. Навчальний посібник. Вінниця: Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.
6. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Фомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: Навчальний посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 640 с.
7. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. та ін. Технологія молочних продуктів: підруч. К.: НУХТ, 2013. 502 с.
8. Попова Н.В., Мисюра Т.Г. Контроль якості та безпеки продукції галузі: Курс лекцій. К.: НУХТ, 2012. 176 с.

**Олег ВОЛОЩУК<sup>9</sup>,**  
магістрант 2-го року навчання,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕЧИВА ЗІ ШРОТОМ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** Роботу присвячено розробці технології технологій борошняних кондитерських виробів за використання композиційної суміші зі шротів. Використання шротів з насіння конопель та насіння гарбуза дозволить отримати низькокалорійне пісочне печиво підвищеної біологічної цінності. Запропоновано технологію виробництва пісочного печива зі шротом олійних культур.*

***Annotation.** The work is devoted to the development of the technology of flour confectionery products using a composite mixture of meal. The use of meal from hemp seeds and pumpkin seeds will allow you to get low-calorie shortbread with increased biological value. The technology of shortbread production with oilseed meal is proposed..*

**Вступ.** Кондитерська галузь України є однією з найбільш рентабельних галузей харчової промисловості, яка займає значну питому вагу у виробництві харчових продуктів.

За сучасних умов, зокрема надходження значної кількості імпортних товарів, поліпшення споживних властивостей кондитерських виробів, створення високоефективних технологій, що швидко реагують на ринок, – завдання першочергової важливості.

Сталим попитом у споживачів користуються борошняні кондитерські вироби, що пов'язано насамперед завдяки вишуканим смаковим властивостям. Значення даної групи виробів у харчуванні зумовлено їх енергетичною цінністю, що обумовлено значним вмістом цукрів, а в деяких виробках і жирів [1, 2].

Борошняні кондитерські вироби – це велика група кондитерських виробів, основною сировиною для яких є борошно (вищого, 1-го, 2-го сортів, соєве, вівсяне), цукор, жири, молоко і яйцепродукти. За додаткову сировину використовують фруктові начинки, ізюм, цукати, горіхи, прянощі, ароматизатори (есенції, вина, коньяки), молочні продукти, барвні, смакові речовини, драглеутворювачі, розрихлювачі для тіста.

---

<sup>9</sup>Науковий керівник: д.т.н., доцент, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології Берник І.М.

Для розрихлювання тіста застосовують хімічні розрихлювачі (харчову соду, вуглекислий амоній) та дріжджі. Різноманітні види додаткової сировини, підвищують харчову цінність і калорійність виробів цієї групи.

Залежно від технологічного процесу виготовлення і рецептури борошняні кондитерські вироби поділяють на групи: печиво, пряники, крекери, кекси, рулети, вафлі, торти, тістечка. Для виробництва всіх видів борошняних кондитерських виробів характерні наступні технологічні операції:

- приготування тіста;
- формування;
- випікання;
- охолодження;
- оздоблення (для окремих видів виробів).

Асортимент борошняних кондитерських виробів дуже різноманітний. За останні роки зростає випуск виробів для задоволення потреб конкретних груп населення, а саме виробів дієтичного призначення, у тому числі з пониженим вмістом цукру, збагачених білками, вітамінами, мінеральними речовинами, іншими цінними компонентами [3]

Печиво є найбільш розповсюдженим видом борошняних кондитерських виробів. Воно виготовляється, в основному, з пшеничного тіста зі значним вмістом цукру, яєць та жирів. Для печива характерні невелика товщина й різноманітна форма.

Печиво володіє високою калорійністю і завдяки низькій вологості являє собою цінний харчовий концентрат з тривалим терміном зберігання. Майже 90 % від загального обсягу продажів упакованих виробів припадає на частку солодкого (цукрового), складного печива (наприклад, з начинкою) і різних різновидів крекерів.

Метою статті є розробка технології низькокалорійного пісочного печива підвищеної біологічної цінності.

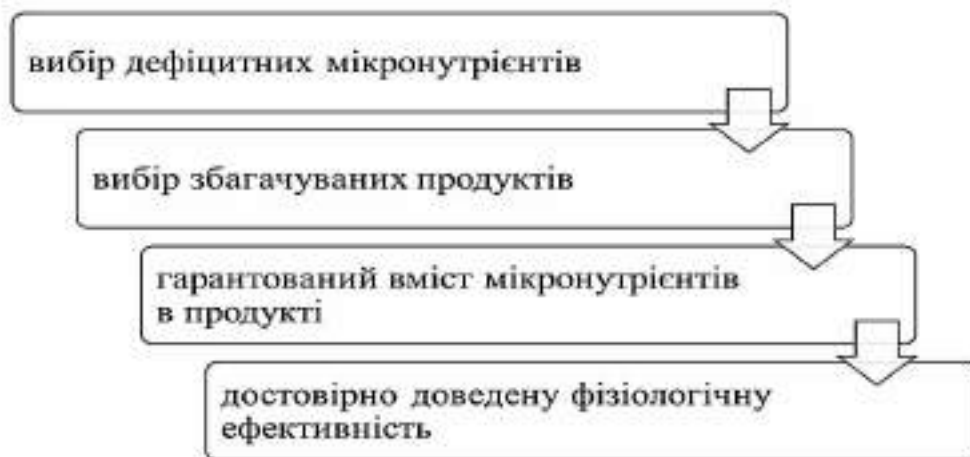
**Виклад основного матеріалу.** Традиційні борошняні кондитерські вироби характеризуються високим вмістом жирів і вуглеводів і низьким вмістом мікронутрієнтів, таких як вітаміни, харчові волокна; 100 г борошняних кондитерських виробів забезпечують 18 – 20 % загальної енергетичної цінності раціону.

Оскільки цукрове печиво відноситься до продуктів масового регулярного споживання, характеризується низькою вартістю і високими споживчими властивостями, доцільно розглядати його в якості харчової системи для збагачення функціональними інгредієнтами.

Технологія збагачення мікронутрієнтами дефіцит, яких встановлено в раціонах харчування, є найбільш розповсюджена в галузі. При цьому важливим аспектом є необхідність збереження традиційних споживчих властивостей вихідного продукту [4]. Для цього доцільним є врахування сукупності споживчих властивостей і прогнозованого фізіологічного впливу створюваного продукту (рис. 1).

Останнім часом дослідження багатьох учених спрямовані на

вдосконалення асортименту й технології борошняних кондитерських виробів за рахунок ефективного використання функціональних добавок таких основних груп, як харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, ліпіди, які вміщують поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, олігоцукри, молочнокислі бактерії.



*Рис. 1. Алгоритм створення функціонального продукту*

Під час створення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення основна увага приділяється збільшенню вмісту в них функціональних інгредієнтів (харчових волокон, білків, вітамінів, антиоксидантів) і зниженню енергетичної цінності [5].

Відповідно до мети досліджень та створення низькокалорійного пісочного печива підвищеної біологічної цінності запропоновано внесення до рецептури шроту конопель та гарбузового насіння.

В останні роки в харчовій промисловості все більше уваги приділяється використанню побічних продуктів при виробництві конопляної олії в якості джерела біологічно активних компонентів. Після отримання олії з насіння конопель утворюється шрот, який має біологічно активні властивості: високий вміст повноцінного рослинного легкозасвоюваного білку, ненасичених жирних кислот (Омега-3, Омега-6 і Омега-9) та цінних харчових волокон (рис. 2).



*Рис. 2. Шрот з насіння конопель*

Хімічний склад 100 г конопляного шроту: білки - 28,5 г, жири - 9,2 г, вуглеводи - 10,0 г, калорійність – 261 ккал. У складі білку конопляного шроту

присутні 20 амінокислот, 9 з яких – незамінні. За амінокислотним складом конопляний шрот схожий з курячим яйцем. Конопляний шрот не містить в своєму складі білок глютен. Вітамінний склад конопляного шроту досить різноманітний (містить каротиноїди, вітаміни Е, С, D і К, вітаміни групи В [6, 7]).

Шрот із насіння гарбуза – це джерело повноцінного, добре засвоюваного білка, вміст якого в продукті складає 34% (рис. 3).



*Рис. 3. Шрот з насіння гарбуза*

Це також додаткове джерело біофлавоноїдів, клітковини, вітамінів групи В та вітаміну С, каротиноїдів, мікро- та макроелементів (калію, кальцію, фосфору, заліза, цинку), харчових волокон. Необхідна для утворення гемоглобіну амінокислота ізoleyцин регулює рівень цукру в крові. А метіонін та цистеїн, сприяють утворенню інсуліну [3].

Сучасне створення рецептур харчових продуктів полягає у застосуванні методу проектування рецептурних композицій, в основі якого лежить моделювання рецептурної суміші шляхом варіювання інгредієнтів, які входять до її складу. За основу побудови математичної моделі було взято лінійну однофакторну регресійну модель.

За результатами проведених досліджень запропоновано технологію пісочного печива за використання композиції шротів з насіння конопель та насіння гарбуза (рис. 4).

Приготування пісочного печива полягає у підготовці борошна та композиційної суміші зі шротів (просіювання), масло розм'якшують, додають цукор, шроти олійних культур, розпушувач, корицю, все перемішують, формують тісто та випікають.



*Рис. 1. Технологічна схема виробництва пісочного печива за додавання шроту олійних культур*

**Висновок.** Проведено аналіз сучасного стану виробництва та якості борошняних кондитерських виробів. Для створення низькокалорійного пісочного печива підвищеної біологічної цінності запропоновано внесення до рецептури шроту конопель та гарбузового насіння. Запропоновано технологію виробництва пісочного печива зі шротом олійних культур.

### Список використаних джерел

1. Кравченко М.Ф., Ярошенко Н.Ю., Михайлик В.С. Використання шроту олійних культур у технології борошняних кондитерських виробів. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/471476.pdf>. (дата звернення: 08.10.2023).
2. Кирпіченкова О. М., Дочинець І. В., Стахурська Л. В. Розширення асортименту виробів функціонального призначення в закладах ресторанного господарства. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30486/3/statya%203.pdf>. (дата звернення: 08.10.2023).
3. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. К.: Центр учбової літератури, 2009. 331 с.
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.



5. Антоненко А. В., Михайлик В. С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. *Харчова наука і технологія*. 2016. Vol. 10. Is. 1. P. 72-76.

6. Сова Н. А., Чорней К. А., Коваленко Н. В. Аналіз сучасного асортименту конопляних харчових продуктів. Актуальні проблеми у сфері торгівлі та товарознавства: зб. матеріали міжнародної науково-практичної інтернетконференції. 16-18 вересня 2020 р. Херсон. 2020. С. 165–167.

7. Яценко Ю. В., Болгова Н. В. Дослідження органолептичних показників плавлених сирів з конопляним протеїном. Abstracts of IV International Scientific and Practical Conference Osaka, Japan 25-27 December 2019. P 1015–1021.

**Ольга ПРОЦЮК<sup>10</sup>,**  
студентка 1-го курсу,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **ХАРЧОВІ ДОБАВКИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У ХЛІБОПЕКАРНІЙ ГАЛУЗІ**

***Анотація.** В статті наведені результати аналітичних досліджень по використанню харчових добавок у хлібопекарській галузі. Описано причини необхідності використання харчових добавок при виробництві хліба і булочних виробів, наведена характеристика популярних харчових добавок до хліба.*

***Annotation.** The article presents the results of analytical studies on the use of food additives in the baking industry. The reasons for the need to use food additives in the production of bread and bakery products are described, and characteristics of popular food additives are given.*

**Вступ.** Хліб і хлібобулочні вироби є одними з найпоширеніших продуктів харчування, які містять практично всі речовини, необхідні для життєдіяльності та нормального розвитку людського організму.

Основною сировиною для приготування хліба є борошно, дріжджі, сіль і вода. Використання якісних і правильних інгредієнтів відіграє величезну роль у виготовленні хліба – виріб добре пропікається, має гладку поверхню, без дірок і надривів, без блідості і підгорілості, м'якушка рівна, щільна і в той же час пориста.

Сучасні харчові технології забезпечують хлібопекарську промисловість великою кількістю харчових добавок – поліпшувачів якості хліба та

---

<sup>10</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Світлана Овсієнко.

хлібобулочних виробів, що дозволяє виробникам заощаджувати якісну сировину, одержуючи при цьому хліб гарного зовнішнього вигляду та гарної якості.

**Виклад основного матеріалу.** У сучасному хлібопеченні використовують харчові добавки та поліпшувачі хліба з різними принципами дії, необхідність використання яких зумовлена наступними причинами:

- нестабільна якість борошна;
- використання борошна різних видів, включаючи нетрадиційну сировину;
- новий асортимент хлібобулочних виробів з більш подовженим терміном зберігання;
- удосконалення технології виробництва;
- сильний механічний вплив на тісто нового обладнання.

Харчова добавка – це хімічна або натуральна речовина, яка не використовується в чистому вигляді як звичайний харчовий продукт або харчовий інгредієнт, а навмисно вводиться в харчовий продукт під час обробки або переробки, обробки, виробництва, зберігання або транспортування як додатковий інгредієнт, який прямо чи опосередковано впливає на характеристики харчового продукту.

Харчові добавки можна вводити лише в тому випадку, якщо вони не становлять небезпеки для здоров'я людини при тривалому застосуванні. При розробці технології необхідно враховувати чинники технологічної ефективності та необхідність їх застосування.

Харчові добавки та хлібопекарські поліпшувачі, що використовуються у виробництві борошняних виробів, за функціональним призначенням і технічними властивостями поділяються на такі класи:

- поліпшувачі окисної та відновної дії;
- модифікований крохмаль;
- ферментні препарати;
- ПАР (емульгатори);
- мінеральні солі;
- консерванти.

Хлібопекарські поліпшувачі: суха пшенична клейковина та поліпшувачі на її основі; комплексні хлібопекарські поліпшувачі; сухі розпушувачі (підкислювачі).

Всі ці харчові добавки та поліпшувачі випічки виконують певну функцію. Коротко розглянемо основні ролі добавок, які використовуються в хлібобулочному виробництві.

Поліпшувачі окислення і відновлення дозволяють регулювати реологічні властивості тіста та інтенсивність біохімічних і колоїдних процесів у тісті.

Модифіковані крохмалі покращують структуру і механічні властивості тіста, роблячи структуру пористості і колір м'якушки.

Ферментні препарати з різними принципами дії можуть регулювати спиртове бродіння в тісті, покращувати колір скоринки хліба, підвищувати водопоглинальну здатність тіста, посилювати дозрівання тіста.

Поверхнево-активні речовини (емульгатори) стабілізують властивості емульсій, а як добавки покращують властивості тіста та якість хліба, сприяючи довшому збереженню свіжості хліба.

Засобом регулювання кислотності тіста, особливо житнього, є органічні кислоти (лимонна, оцтова, молочна, винна та ін.).

Мінеральні солі, що містять кальцій, магній, фосфор, натрій і марганець, активують ферменти дріжджових клітин.

Пшенична клейковина впливає на реологічні властивості тіста, його водопоглинальну здатність і якість готового продукту.

У складних технологічних процесах застосовують комплексні багатокомпонентні хлібопекарські поліпшувачі і сухі закваски (підкислювачі).

Популярні добавки при виробництві хліба.

*Харчова сода (E500)*. Її вводять переважно в дуже здобне дріжджове тісто, де вона діє як емульгатор, надаючи структурі шикарну однорідну текстуру, а м'якуш стає м'яким і тонкопористим. Крім того, харчова сода впливає на властивості клейковини і води в борошні, а в деяких випадках нейтралізує кислоти. Серед інших її функцій: підвищення стійкості дріжджового тіста при зберіганні в холодильнику та маскування дріжджового запаху.

*Карбонат амонію (E503)*. Це розпушувач тіста, який використовується при випіканні хліба. Запобігає злежуванню та грудкуванню. Він також діє як емульгатор. Часто використовується замість харчової соди або дріжджів.

*Глюкоза*. Добавка, важлива для реології тіста. Попереджує кристалізацію цукру і уповільнює оцукрювання крохмалю в м'якущі. Покращує бродіння, роблячи хліб пористим і смачним. Ефективно запобігає псуванню, черствінню та висиханню продукту.

*Лимонна кислота (E330)*. Це добавка, яка регулює кислотність. Збільшує вихід хліба та пресованість м'якушки. Позитивно впливає на смак і аромат. З її допомогою тісто швидше досягає потрібної консистенції, а м'якуш стає більш легким і еластичним. Додавання лимонної кислоти особливо підходить для тіста, виготовлене за прискореними технологіями, або тіста для пшеничного хліба.

*Метабісульфіт натрію (натрію піросульфит) (E223)*. Широко використовується в харчовій промисловості як консервант для запобігання росту бактерій.

*Молочна кислота (E270)*. Регулятор кислотності. Істотно впливає на реологію тіста і стан колоїдів. Готовий хліб має легку кислинку. Додавання цієї добавки в житній хліб дозволяє отримати високоякісний продукт при прискореному приготування (минаючи тривалий процес бродіння).

*Йодат калію (E917)*. Входить до складу суміші, призначеної для покращення якості борошна та продуктів, у яких вона використовується. Високо цінується його здатність запобігати грудкуванню та злежуванню сировини.

*Амоній надсірчаноокислий (персульфат амонію) (E923)*. Застосування цієї добавки не настільки широке, як багатьох інших, але, все ж, вона має місце в хлібопекарстві. В основному, з її допомогою відбілюють борошно. Також вносять до тіста з метою розпушення і збільшення об'єму.

*Аскорбінова кислота (E300)*. Виконує роль антиоксиданту, синергіста антиокислювачів, підкислювача і регулятора кислотності, є вітаміном. Застосовується для обробки і поліпшення борошна, стабілізації забарвлення хліба. Ще одна визначна властивість аскорбінової кислоти – зміцнення клейковини. Як тільки тісто замішується, велика кількість вітаміну С відразу ж починає працювати: збільшується водопоглинання тіста, клейковина зміцнюється, а в результаті готові вироби мають поліпшені фізико-хімічні та органолептичні характеристики.

*Оцтова кислота (E260)*. Це активно застосовуваний у харчовій промисловості регулятор кислотності, підкислювач і консервант, а також речовина, що прискорює гідроліз та інверсію. Регулювання кислотності з її допомогою особливо важливе в житньому хлібі, в пшеничному ж основна роль цієї органічної кислоти – захист від «картопляної хвороби». Варто також відзначити значення цієї легкої речовини у створенні хлібного запаху: її помірні кількість надає спеченому хлібу більш вираженого аромату.

**Висновок.** Хлібопекарська продукція – це величезний асортимент виробів, отримати який вдається за рахунок варіативності компонентів, зокрема, завдяки різноманітним добавкам. Одні надають додаткові властивості, інші – оригінальний смак, треті – колір тощо. І, здавалося б, практично однакові за складом і способом виготовлення продукти можуть значно відрізнятися один від одного лише через використання будь-якої з добавок.

### Список використаних джерел

1. Тіхонова, Н.О. Роль харчових добавок та їх сприйняття споживачами. Наукові праці НУХТ. Київ: НУХТ, 2011. № 39. С. 153.
2. Сімахіна Г. О. Біологічно активні речовини в харчових технологіях : підручник. Київ : НУХТ, 2016. 455 с.
3. Дробот В. Поговоримо ще раз про харчові добавки та їх функціональну роль в технологічному процесі. URL.: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1790/1/dvipshrphdtifrutp.pdf>
4. Іваніщева О.А., Пахомська О.В. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. Молодий вчений. 2021. № 5 (93). С. 159-163.
5. Малеев В.О., Безпальченко В.М., Семенченко О.О. Харчові добавки: визначення, ризику, аналіз споживання. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. № 3. 2020. С. 7 – 12

б. 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.

**Ігор ФАБІЯНСЬКИЙ<sup>11</sup>**,  
магістрант 2 року навчання,  
факультет технології виробництва і переробки  
продукції тваринництва та ветеринарії,  
Вінницький національний аграрний університет  
Вінниця, Україна

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДЕСЕРТУ НА ОСНОВІ СИРОВАТКИ З НАПОВНЮВАЧАМИ**

***Анотація.** Желейні продукти на основі кисломолочної сироватки, отримані з ферментних препаратів відносяться до продуктів підвищеної харчової цінності. Виробництво оздоровчих продуктів на основі кисломолочної сироватки є одним з перспективних напрямків її використання. Для збільшення обсягів виробництва молочної продукції, у т.ч. з оздоровчими властивостями, сьогодні раціонально використовувати вторинну кисломолочну сировину. У поєднанні із фруктовими та овочевими соками, плодово-ягідними пюре, кисломолочну сироватку використовують для приготування різноманітних напоїв, які мають не лише приємний і освіжаючий ефект, але і оздоровчі властивості. Тому запропоновано створення десертного желейного продукту на основі низьколактозної сироватки з імбиром та жимолостю.*

***Annotation.** Jelly products based on milk whey, obtained from enzyme preparations, belong to products of increased nutritional value. The production of health products based on milk serum is one of the promising areas of its use. To increase the volume of production of dairy products, including with health-improving properties, today it is rational to use secondary dairy raw materials. In combination with fruit and vegetable juices, fruit and berry purees, whey is used to prepare various drinks that have not only a pleasant and refreshing effect, but also health-improving properties. Therefore, it is proposed to create a dessert jelly product based on low-lactose whey with ginger and honeysuckle.*

***Вступ.** Розширення асортименту молочних продуктів з певними лікувальними і оздоровчими властивостями можливо лише за рахунок освоєння нових прогресивних технологічних процесів, до яких, у першу чергу, відносяться біотехнологічні операції, що включають обробку молочної сировини ферментними препаратами. Ферментативний гідроліз основних*

---

<sup>11</sup>Науковий керівник: доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Надія Новгородська

складових молока – білків і вуглеводів дає можливість по-новому вирішувати питання, пов'язані зі створенням продуктів харчування для осіб, які страждають непереносимістю молочного цукру [1].

Сьогодні молочні продукти з незбираного молока є продуктами повсякденного раціону харчування у нашій країні і, тому, мають величезне значення за рахунок їх дієтичних властивостей.

Однак не кожна людина може вживати традиційні молочні продукти, особливо, категорія осіб, яка страждає на галактоземію. Ця проблема, досить гостро стоїть для 12...17 % населення Європи, зокрема для 11 ... 23 % населення України, і для більш ніж 70 % населення світу, які відповідно до статистичних даних, страждають непереносимістю лактози або мають лактазну нестачу [2].

Для збільшення обсягів виробництва молочної продукції, у т.ч. з оздоровчими властивостями, сьогодні раціонально використовувати вторинну молочну сировину. Щорічно при виробництві твердих, кисломолочних сирів і казеїну отримують біля 2,4 млн т молочної сироватки (підсирної, сирної і казеїнової відповідно), з яких переробляється на харчові цілі лише 25 % [3].

Джерелами антиоксидантів і фенольних речовин є, насамперед, рослинна сировина (фрукти, плоди, овочі, чай, лікарські дикорослі, культивовані та інтродуковані рослини). При цьому різні вегетативні частини рослин відрізняються по кількості фенольних сполук; їх вміст залежить також від фази вегетативного розвитку рослин [4].

Жимолість – чудова плодова рослина, невибаглива, зимостійка з красивим листям і смачними ягодами. Вважається, що саме завдяки цілющим властивостям рослина отримала свою назву. «Життя» і «молодість» – життєва молодість. Ягоди корисні для профілактики і лікування хвороби судин і серця, для поліпшення зору, сприяють зниженню тиску, мають в'язучу дію. Чай з листя в народній медицині вважається загальнозміцнюючим і протизапальним. Хоча частина лікарів-травників – не рекомендує його вагітним, тому що такий чай може мати сильну проносну і сечогінну дію. Звичайне вживання жимолості як садових ягоди і фруктів – піде на користь всім, і дітям, і літнім людям.

Імбир (*Zingiber*) належить до роду багаторічних трав'янистих рослин із родини імбирових (*Zingiberaceae*). Вважають, що латинська назва (*Zingiber*) переводиться із санскриту як «рогатий корінь». Багатогранний спектр фармакологічних властивостей імбиру зумовлений хімічним складом його коренів та екстрактів із нього. Зокрема, в коренях імбиру виявлено численні діючі речовини, основними з яких є: ефірна олія, вміст якої становить 1-4,3 %, лінолева, олеїнова, ніотинова кислоти, сесквітерпенові сполуки (гінгерол, гінгеролен, гінгеренон А, Б, цингерол, цингиберен, р-бісаболон, магаоли, куркумен), флавоноїди, які посилюють секреторні процеси всіх травних залоз та мають жовчогінні властивості, а також аспарагін, кальцій, магній, марганець, залізо, фосфор, калій, натрій, вітаміни С, А, В1, В2.

**Виклад основного матеріалу.** При виборі і використанні ферментного препарату важливою характеристикою являється його активність, яка визначає швидкість і ефективність протікання реакції, яка ним каталізується. Тому

необхідним етапом наукових досліджень є вивчення  $\beta$ -галактозидазної активності ферментного препарату  $\beta$ -галактозидаза фірми Chr. Hansen для його подальшого використання у виробництві низьколактозного сироваткового желейного десерту.

З економічної і енергозберігаючої точки зору для подальших досліджень було обрано дозу ферментного препарату Na-Lactase 0,04 %.

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу активної кислотності на тривалість процесу гідролізу лактози. При дослідженні сироватки з активною кислотністю у межах 5,8...6,2 од. рН достатньо гідролізувати лактозу протягом 3,5 год і досягти ступеня розщеплення 78...80 % відповідно.

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу температури на тривалість процесу гідролізу лактози. Найбільш раціональною температурою для гідролізу лактози у молоці ферментним препаратом Na-Lactase являється 40 - 45 °С, оскільки при цій температурі вони проявляються максимальну активність і ступінь гідролізу лактози через 4 години процесу складає 72...89 %. Встановлення даної температури корелює з даними технічної документації ферментного препарату.

У якості фіто сировини обрано ягоди жимолості і сухий порошок імбиру.

Для встановлення раціональної концентрації жимолості ягоди подрібнювали у пюре і вносили до нормалізованої суміші сироватки з цукром, ваніліном і желатином у кількості від 2 до 10 % з інтервалом 2 %.

Раціональну концентрацію встановлювали за органолептичними показниками (колір, смак, запах, консистенція), показником антиоксидантної активності, титрованої кислотності нормалізованої суміші.

Усі компоненти змішували разом (гідролізована сирна сироватка, цукор, ванілін, жимолість, імбир, желатин) і піддавали гелеутворенню. Рослинну сировину готували так: ягоди сортували, мили, обсушували і отримували пюре.

Гелеутворення – основний технологічний процес при виробництві сироваткових желе, який за традиційною технологією протікає при температурі  $4\pm 2$  °С протягом 3-4 годин.

Тому доцільним є дослідження процесу гелеутворення при виробництві десертного желейного продукту з додаванням рослинної сировини (дослідний зразок) і без додавання рослинної сировини (контрольний зразок).

До рецептури дослідного зразку входить сироватка гідролізована молочна, пюре жимолості, сухий порошок імбиру, цукор, ванілін, желатин.

До рецептури контрольного зразку входить сироватка гідролізована молочна, цукор, ванілін, желатин.

Однією з характеристик любого продукту являється термін його зберігання. Впровадження у виробництво технологій одержання нових видів сироваткових продуктів потребує дослідження змін органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників якості жельованих продуктів на основі сироватки.

Зберігати жельовані продукти доцільно при температурі  $4\pm 2$  °С, оскільки при підвищенні температури втрачається желеподібна структура продукту. Використання температури зберігання нижче 0 °С, в технологіях вказаних продуктів недопустимо, оскільки при їх заморожування змінюється структура продукту та структура його складових компонентів (білків, структуроутворювачів та біологічно активних речовин). Тому розроблений продукт зберігали при температурі  $4\pm 2$  °С протягом 21 доби для встановлення граничного терміну його зберігання.

В процесі зберігання контролювали показники якості готового продукту у порівнянні з контрольним зразком, що відображено в таблиці 1.

**Таблиця 1**

**Зміна органолептичних показників желейного десерту на основі гідролізованої сироватки у процесі зберігання**

Показник	Характеристика продукту в процесі зберігання, діб			
	1	7	14	21
<i>Контрольний зразок желе</i>				
Смак та запах	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів, з ароматом ваніліну, смак солодкий			З присмаком сироватки, кислуватий присмак
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна желеподібна структура, без відокремлення сироватки, колір світло-бузковий			Однорідна, втрачається щільна структура, спостерігається відокремлення сироватки
<i>Дослідний зразок желе</i>				
Смак та запах	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів, з присмаком жимолості та імбиру, з ароматом ваніліну, смак солодкий			З присмаком сироватки, занадто кислий смак
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна желеподібна структура, без відокремлення сироватки, колір приємний, світло-бузковий			Однорідна, втрачається щільна структура, спостерігається відокремлення сироватки і потемніння

Зміна фізико-хімічних та мікробіологічних показників контрольного та дослідного зразків в процесі зберігання представлена у таблиці 2.

Граничним терміном зберігання желейного десерту на основі гідролізованої сироватки оздоровчого призначення обрано температура  $4\pm 2$  °С протягом 14 діб.

За фізико-хімічними показниками – титрована кислотність зростає протягом усього терміну зберігання і на 14 добу становить 60 °Т в обох зразках; активна кислотність знижується і на 14 добу зберігання становить 4,9 і 4,8 у контрольному і дослідному зразках відповідно.

За мікробіологічними показниками: бактерії групи кишкової палички відсутні протягом усього терміну визрівання, а кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробний мікроорганізмів на 14 добу становить  $5 \cdot 10^3$  і  $9 \cdot 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> у дослідному і контрольному зразках відповідно.



Таблиця 2

*Зміна фізико-хімічних та мікробіологічних показників желеєйних продуктів на основі сироватки в процесі зберігання*

Показник	Характеристика продукту			
	в процесі зберігання, діб			
	1	7	14	21
1	2	3	4	5
Контрольний зразок желеє				
Титрована кислотність, °Т	53	55	60	65
Активна кислотність, од. рН	5,40	5,28	5,20	4,90
КМАНФAM, КУО/см <sup>3</sup>	5*10 <sup>3</sup>	8*10 <sup>3</sup>	9*10 <sup>3</sup>	5*10 <sup>4</sup>
БГКП в 0,1 г продукту	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
Дослідний зразок желеє				
Титрована кислотність, °Т	55	58	60	68
Активна кислотність, од. рН	5,35	5,26	5,20	4,80
КМАНФAM, КУО/см <sup>3</sup>	1*10 <sup>3</sup>	3*10 <sup>3</sup>	5*10 <sup>3</sup>	7*10 <sup>3</sup>
БГКП в 0,1 г продукту	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні

У готовому продукті на кінець терміну зберігання визначено показники якості готового продукту, які наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

*Показники якості готового низьколактозного сироваткового желеєйного десерту для здорового харчування*

Найменування показника	Характеристика
Смак і запах	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів, з присмаком жимолості та імбиру, з солодким смаком
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна желеєподібна структура, без відокремлення сироватки, колір приємний, світло-бузковий
Титрована кислотність, °Т	60
Активна кислотність, од. рН	5,20
КМАНФAM, КУО/см <sup>3</sup>	5*10 <sup>3</sup>
БГКП в 0,1 см <sup>3</sup> продукту	Відсутні

**Висновки.** 1. Отримані раціональні параметри процесу гідролізу лактози ферментним препаратом Na-Lactase – 40-45 °С протягом 4 годин, оскільки при цих параметрах досягається максимальний ступінь гідролізу лактози – 70...80 %, що обумовлює вміст лактози у продукті до 1,2 %, що дозволяє позиціонувати готовий продукт як низьколактозний.

2. Підібрані раціональні концентрації пюре жимолості у складі нормалізованої суміші – 4 % та імбиру – 0,1 % від маси готового продукту.

3. Встановлені технологічні параметри виробництва низьколактозного десерту з сироватки (параметри процесу желеєвання): температура 4±2 °С тривалість 4 год.

4. Встановлені раціональні параметри зберігання готового продукту: температура 4±2 °С протягом 14 діб.

### Список використаних джерел

1. Назаренко Ю. В., Яценко С. Ю. Особливості використання молочної сироватки та етентату, отримання високоякісних напоїв оздоровчого харчування. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2016. Вип. 1. С. 127–142.
2. Rosado J. L. Lactose digestion and maldigestion. *Nutr. Res. Rev.* 1997. V. 10. P. 137-149.
3. Павлюк Р. В., Погарська В. В., Абрамова Т. С. Технологія тонізуючих нанопоїв на основі молочної сироватки, збагачених кріопастами з овочів і фіто екстрактами. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2015. Вип. 1. С. 37–49.
4. Соломон А. М., Новгородська Н. В., Бондар М. М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.