

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ
ПРАЦЬ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

№4 (16)

2024

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 4(16), 2024

м. Вінниця 2024

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 4(16), 2024**

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

Засновник:

Вінницький національний аграрний університет

Редакційна колегія:

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

Заступники головного редактора:

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

Члени редакційної колегії:

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

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

Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
№ 4(16), 2024

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

Founder:

Vinnytsia National Agrarian University

Editorial board:

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

Deputy Editors-in-Chief:

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

Members of the Editorial Board:

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

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

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

© Vinnytsia National Agrarian University, 2024

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

До друку приймаються статті за спеціальностями:

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

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

Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

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

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

Підписано до друку 22 жовтня 2024 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. Друк. арк. 54,7. Тираж 100. Зам. № __

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

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

**Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES**

Articles by specialties are accepted for publication:

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

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

Materials are published in Ukrainian and English.

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

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

Signed for printing on October 22, 2024

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 54,7. 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	16
Вадим БОЙКО. БІОЛОГІЯ РОЗВИТКУ, ПОШИРЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ РІПАКОВОГО КВІТКОЇДА (<i>MELIGETHES AENEUS</i> F.)	16
Олександра БОРТНОВСЬКА. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОСНОВНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	22
Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОРГАНІЧНОГО ПЛОДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ	29
Артемій ОПОЛЬСЬКИЙ. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ	35
Христина ПЕТЛІНСЬКА. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО	41
Владислав ПРИСЯЖНЮК. ВИВЧЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК, КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ	49
Вікторія ПРОТАСОВА. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ РОСЛИН САЛАТУ ПОСІВНОГОВ УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ	53
Дмитро КАЛІНА. АДАПТАЦІЯ ШКІДНИКІВ ДО СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ: НОВІ ВИКЛИКИ ДЛЯ ЕНТОМОЛОГІЇ	62
Роман ГНОТ. ҐРУНТ, ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО РОДЮЧОСТІ ШЛЯХОМ НАГРОМАДЖЕННЯ ГУМУСНОГО ШАРУ	70
Світлана РОМАНЕНКО. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО	76
Максим РЯБИЙ. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЯБЛУНІ	82
Анастасія СВИСТУН. ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ У ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ	88
Дмитро СВЯЦУК. ПОТРЕБИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ БАВОВНИКУ В УКРАЇНІ	95
Іван СЄДОВ. ВПЛИВ ЛОБОДИ БІЛОЇ НА БУРЯКИ ЦУКРОВІ ТА МЕТОДИ ЇЇ КОНТРОЛЮ	101
Владислав СИНИЦЯ. АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРІВУ ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ	108
Денис ТЕЛІЖИНСЬКИЙ. SUGAR BEET GROWING TECHNOLOGY	116
Олег ТИМЧУК. ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК КУКУРУДЗИ	123
Любов ФАЙДЕВИЧ. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ	129

Ярослав ЦАРЮК. ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИННИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	135
Вікторія ДЕРКАЧ. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОСНОВНИХ ШКІДНИКІВ БОБОВИХ КУЛЬТУР ТА МЕТОДИ ОБЛІКІВ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГІВ	140
Валентина КРИЖАНІВСЬКА. РОЛЬ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ПОЛІПШЕННІ СОРТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	146
Валентин КОСТУР. МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО	152
Анна МУСІЙЧУК. ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ВІД КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ	157
Олексій ОГНИВИЙ. ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО. РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	164
Вадим МАНІЛКО. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ВІВСА	170
Наталія МЕЛЬНИК. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ	176
Артем ЧЕЛЯДИНА. ПОПЕЛИЦІ (ARHIDOIDEAE) – ОСНОВНІ СИСНІ ШКІДНИКИ У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	184
Дмитро КРИКЛИВИЙ. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ БАШТАННИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ	191
Дмитро ПАВЛЕНКО. ВЕРОНІКА ПЛЮЩОЛИСТА ТА ЇЇ РЕГУЛЮВАННЯ В ПОСІВАХ	195
Анастасія ПІДПЕРИГОРА. ДІАГНОСТИКА СТАНУ ПОСІВУ СОЇ	201
Валентин КОСТУР. ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПОШИРЕНІСТЬ ЗВИЧАЙНОГО ПАВУТИННОГО КЛІЩА (<i>TETRANYCHU SURTICAE</i> КОСН.) У ПОСІВАХ СОНЯШНИКА	207
Максим БІЛОСТЕГНЮК. ШКОДОЧИННІСТЬ БУР'ЯНІВ НА ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	212
Ярослав СОВІНСЬКИЙ. РЕГУЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ БУР'ЯНІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ХІМІЧНИХ ЗАХОДІВ	218
Sofia CHASTOKOLYANA. FEATURES OF RASPBERRY CULTIVATION	224
Вадим ШАФОРСТ. ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ БУР'ЯНАМИ В РІЗНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМАХ	231
Микола ШТИПА. МОРФОЛОГІЯ, БІОЛОГІЯ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО І ЯРОГО ЧАСНИКУ	238
Володимир ШУГАЙЛО. ЕВОЛЮЦІЯ NO-TILLТЕХНОЛОГІЇ. ПОЗИТИВНИЙ ТА НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ НУЛЬОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	244
Владислав ЯРЕМЧУК. ТЕХНОЛОГІЇ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ	249

НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА	256
Олександра ДУДНИК. ІНВАЗІЙНІ ВИДИ РОСЛИН ЇХ ВПЛИВ НА ФЛОРУ УКРАЇНИ ТА МЕТОДИ БІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ	256
Антоній ГОЛОСКЕВИЧ-ВАСИЛЕЦЬ. ВПЛИВ ІНВАЗІЙНИХ ВИДІВ РОСЛИН НА МІСЦЕВІ ЕКОСИСТЕМИ: ВИПАДКИ ТА ШЛЯХИ БОРОТЬБИ	262
Катерина МОРОЗ. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ	270
Мар'ян КЛИМЮК. ФАРМАКОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЕВОРУЙНІВНИХ ГРИБІВ, ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ТА ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ	275
Анна-Марія СОКОЛОВА. БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ШТАМУ МІКРОВОДОРОСТІ CHLOROPHYTA	281
Катерини КРИМЕЦЬ. ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ЗАХІДНОГО ТРАВНЕВОГО ХРУЩА (<i>MELOLONTHA MELOLONTHA L.</i>) ТА ВПЛИВ НА САДОВО-ПАРКОВІ КУЛЬТУРИ	288
Анастасія ЛУЦЕНКО. ОСНОВНІ ШКІДНИКИ ХВОЙНИХ НАСАДЖЕНЬ	294
Максим ШЕКАЛЬОВ. ЗБІЛЬШЕННЯ ПОПУЛЯЦІЇ КОРИСНИХ КОМАХ У БАЛАНСІ ЕКОСИСТЕМ МІСКИХ ПАРКАХ	301
Катерина ШЕВЧУК. ШКОДОЧИННІСТЬ КАШТАНОВОЇ МІНУЮЧОЇ МОЛІ (<i>SAMERARIA OHRIDELLA</i> DESCHKA.)	307
Надія СМАЛЬ. ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПОПУЛЯЦІЮ ШКІДЛИВИХ ФІТОФАГІВ	313
Софія СУШКО. ОСНОВНІ ВИДИ КОМАХ ФІТОФАГІВ У МІСКИХ СЕРЕДОВИЩАХ ТА ЗАХИСТИ БОРОТЬБИ З НИМИ	320
Ангеліна ТВЕРДОХЛІБ. ОСНОВНІ ШКІДНИКИ САДОВО-ПАРКОВИХ НАСАДЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЇХ ЧИСЕЛЬНОСТІ	326
Діана БАГРІЙ. ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ. ПРИЧИНИ ТА СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ	334
Світлана БАРКАСОВА. СИМБІОТИЧНІ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ МІКОРИЗОЮ ТА КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ РОСЛИН	340
Анастасія БЕВЗ. ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ НА СТАН ЗДОРОВ'Я УКРАЇНЦІВ	347
Ірина БЕГАР. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДИ РІЧКИ СНИВОДА	355
Анастасія ВЕРЕМЧУК. ОЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕМ ТЕХНОЛОГІЇ	359
Вікторія ЧУМАЧЕНКО. СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛІСІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	365
Марія СТЕБЛИНА. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ САДОВО-ПАРКОВОГО	369

МИСТЕЦТВА ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ	
Аліна ГРИЦЮК. КЛІМАТИЧНІ ПЕРЕВАГИ ВЕГАНСТВА ТА ВЕГЕТАРІАНСТВА	373
Назар ДАВИДЕНКО. ОЦІНКА ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПрАТ «ПК «ПОДІЛЛЯ»» НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ГРУНТІВ ЯМПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	379
Вікторія ЖУРБЕЛЮК. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ВПЛИВ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ НА ЕКОСИСТЕМИ	388
Дар'я ЗОЦ. СТРАТЕГІЇ ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ГРУНТУ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	393
Мар'ян КЛИМІЮК. ЛІСОВІ РЕСУРСИ І ШЛЯХИ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ	398
Наталія КРАВЧУК. ЯК САХАРА ЗБЕРІГАЄ АМАЗОНКУ ЗЕЛЕНОЮ	406
Юлія КРИВА. ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ РІЗНИМИ ТОКСИКАНТАМИ В МЕЖАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	412
Катерини КРИМЕЦЬ. ВЕГЕТАТИВНЕ РОЗМНОЖЕННЯ САМШИТУ ВІЧНОЗЕЛЕНОГО (<i>BUXUS SEMPERVIRENS</i>)	416
Анастасія ЛУЦЕНКО. ДОГЛЯД ЗА ЛІСОВИМИ КУЛЬТУРАМИ ТА ЗА ПРИРОДНИМ ПОНОВЛЕННЯМ	422
<i>НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ</i>	443
Б. БЕРЕЖНИЙ. ОГЛЯД СТРУКТУРНИХ СХЕМ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ УСТАНОВОК	443
С. ЧЕПІЛЬ. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОВИХ ВИТРАТ БУДІВЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	450
О. ДОВГАЛЮК. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	457
А. ДЯЧЕНКО. ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТРЕКІНГОВИХ СИСТЕМ У МОБІЛЬНИХ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	466
М. ІВАНОВ. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ЗА РАХУНОК МОДЕЛЮВАННЯ НА ЕОМ	470
О. КОЧМАРУК. АНАЛІЗ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИДИ ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ	477
V. KOGUT. STUDY OF THE INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE CUTTING EDGE OF THE CULTIVATOR PAW ON THE CHANGE IN THE TRACTIVE RESISTANCE OF THE SOIL TILLAGE MACHINE	485

О. КОЖУШКО. STUDY OF MECHANICAL AND ELECTRO-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF A SHORT-CIRCUITED ASYNCHRONOUS MOTOR	489
М. КРАВЕЦЬ. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КОНСЕРВАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	493
О. МЕЛЬНИК. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB-SIMULINK	501
В. ОСАВОЛЮК. МОНІТОРИНГ ТА КЕРУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ТЕХНІКОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ	509
D. PAVLUK. PRECISION AGRICULTURE: INNOVATIVE TECHNOLOGIES TO INCREASE YIELD AND CONSERVE NATURAL RESOURCES	515
М. ПРИТОЛЮК. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВИДІВ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	522
В. ШЕВЧУК. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКИ КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ	527
В. ШКУТА. ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСМІСІЙ: МЕТОДИ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ	535
М. ШИНКАРУК. СУТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ІННОВАЦІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	543
А. СЛОБОДЯНЮК. КЛАСИФІКАЦІЯ ІНОЗЕМНИХ ДВИГУНІВ	552
М. СТЕПАНЕНКО. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ В АГРАРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	558
В. ЮЗЬКО. КОНСТРУКЦІЇ МАЛИХ ТРЕКІНГОВИХ ФЕС	564
Р. ХАРЧЕНКО. ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	571
О. ТИСЕВИЧ. НАПРЯМИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	575
К. КУХАР. АНАЛІЗ СВІТОВОЇ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ВДЕ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ	581
S. MARIKOVSKY. METHOD OF STABILIZING THE OSCILLATION PARAMETERS OF WORKING BODIES OF VIBRATING MACHINES FOR AGRICULTURE	585
В. ХРИЩЕНЮК. КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОЗНАКИ ЖАТОК ТА ПРИСТОСУВАНЬ ДЛЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКА	593
Д. МАЦИПУРА. СУЧАСНІ СИСТЕМИ, АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА АПК	597

НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.	
О. БАНАХ. ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СОЛОМОНАПРАВЛЯЧА ЩІЛЮВАЧА	605
В. БАЗАЛИЦЬКИЙ. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДБИРАЮЧОЇ ПОВЕРХНІ ПРУЖИННОГО ПАЛЬЦЯ ПІДБИРАЧА КОМБАЙНА	610
В. ДЕРУНЕЦЬ. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ ІЗ МОЖЛИВІСТЮ ДОДАВАННЯ НАНОЧАСТИНОК	616
Н. ГАЛЬОМКО. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННИХ ВАЛІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ТЕХНІЦІ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ	624
В. ГАНЖА. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА ПРОСАПНОГО КУЛЬТИВАТОРА	632
В. ХОМЕНКО. СУЧАСНІ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ІННОВАЦІЇ В АПК	638
М. КЛЕКІТ. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЛАНЦЮГОВО-ПЛАНЧАТОГО ТРАНСПОРТЕРА З КОМПОНЕНТАМИ ҐРУНТОВИХ СУМІШЕЙ	646
В. МАРУСЯК. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЕРГОНОМІКА В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	651
І. НАГОРНЯК. ВДОСКОНАЛЕННЯ ДВЗ З ПЕРЕВЕДЕННЯМ ЙОГО НА 6-ТИ ТАКТНИЙ РОБОЧИЙ ЦИКЛ	658
В. НАГОРЯНСЬКА. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРОДИНАМІКИ У ГІДРОДИНАМІЧНОМУ ФІЛЬТРІ	664
П. НАВАЖАНЮК. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕВАГ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ	672
М. НЕЗБУТНІЙ. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТРАНСМІСІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ	677
В. PERKHAILO. PROSPECTS FOR THE USE OF UNMANNED VEHICLES FOR FERTILIZATION	685
В. ПЛЯШКО. РОЗРОБКА РОБОЧОГО ОРГАНУ СІВАЛКИ ДЛЯ ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ПО NO-TILL ТЕХНОЛОГІЇ	691
А. СИРОЇД. УЛЬТРАЗВУКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	698
А. TYSHCHENKO. FIELD PROCESSING WITH THE HELP OF DRONES	703

В. ТРИМАЛЮК. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА	708
С. ВАСИЛИК. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ПРИСТРОЮ ДО МАЛОГАБАРИТНОЇ ТЕХНІКИ	712
Ю. ЗЕЛІНСЬКА. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА ЛОПАТЕВОГО ЖИВИЛЬНИКА НАВАНТАЖУВАЧА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ	721
В. КРИСТОФОРОВ. ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ДОБРИВ НА СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯРОГО ЯЧМЕНЮ	726
О. ФРАНЧУК. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ	732
І. НАГОРНЯК. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ ШНЕКОВИМ ПРЕСОМ	738
<i>НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА</i>	739
О. ХРУСТІВСЬКИЙ. ХОЛОДНА ПЛАЗМОТЕРАПІЯ У ВЕТЕРИНАРІЇ	739
Л. ПАВИЦЬКА. ЗООГІГІЄНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОЛЬЄРНОГО КОМПЛЕКСУ З УТРИМАННЯ ДИКИХ КОПИТНИХ ТВАРИН	747
К. СКРИНСЬКА. ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ПАРВОВІРУСНОГО ЕНТЕРИТУ У СОБАК	754
Н. КРАСНОВСЬКИЙ. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БВМД ІЗ ПІДВИЩЕНИМ РІВНЕМ ЛІЗИНУ НА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ СВИНЕЙ	761
О. МАЗУР, В. ДЕНИСОВ. ВПЛИВ КОНЦЕНТРОВАНОГО ТИПУ ГОДІВЛІ НА М'ЯСНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ХУДОБИ	766
Є. МАЛОЛЄТКОВ, Я. ГУДАК. ПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ РІЗНОЇ СЕЛЕКЦІЇ	771
Т. ОСАДЧИЙ, А. КОСЕНКО. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНЕЙ ВЕЛИКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ	777
М. ОСТАПЕЦЬ, В. ДЕНИСОВ. ВПЛИВ ПОРОДИ НА ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНЕЙ	783
Д. РУТКОВСЬКА. ДИНАМІКА РОСТУ ТА РОЗВИТКУ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-ВІТАМІННОГО ПРЕМІКСУ	788
І. СПЛОДИТЕЛЬ. ВАЖЛИВІСТЬ ЗБАЛАНСОВАНОЇ ГОДІВЛІ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ТА ПРОДУКТИВНОСТІ КРОЛІВ	794
Д. ТЕРЕЩУК. ПЕРСПЕКТИВИ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ КРОЛІВНИЦТВА В УКРАЇНІ	799
М. ХОДІОН. ОСОБЛИВОСТІ ТРАВЛЕННЯ ТА ГОДІВЛІ У КОНЕЙ	807

Д. ХОМЕНКО. ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ РІЗНОГО ВИРОБНИЦТВА У ГОДІВЛІ ГІБРИДНИХ СВИНЕЙ	812
О. ШВЕЦЬ. ПОШИРЕНІ ХВОРОБИ РИБ І МЕТОДИ ЇХ ПРОФІЛАКТИКИ	819
Л. ШИНДИРУК. НАУКОВІ ПІДХОДИ ГОДІВЛІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ	827
А. ТОВПИГА. ВПЛИВ УМОВ УТРИМАННЯ КОРІВ НА ЇХ ВІДТВОРНУ ФУНКЦІЮ	835
<i>НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ</i>	841
К. ЩЕРБИНА. РОЛЬ ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН У ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ ХАРЧУВАННІ	841
О. ПРОЦЮК. НАПРЯМКИ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	846
І. ПАВЛЕНКО. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ КАЛИНИ	851
А. СИРОЇД. АЙВА - СИРОВИНА ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ	855
Є. ГУДЗЬ. МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	858
М. ДІДИЧ. ЗНАЧЕННЯ ЙОГУРТОВОГО МОРОЗИВА У ЗДОРОВОМУ ХАРЧУВАННІ	863
В. КЛОПОТОВСЬКА. АНАЛІЗ АСОРТИМЕНТУ ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПЛАВЛЕНИХ СІРІВ, ЩО ВИРОБЛЯЮТЬСЯ В УКРАЇНІ	868
А. МЕЛЬНИК. ЦІННІСТЬ СМІКАВЦЮ ЇСТИВНОГО ТА ВИКОРИСТАННЯ У ХАРЧУВАННІ	875
К. НАЗАРЕНКО. НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ГІДРОГЕНІЗАЦІЇ	880
В. ПОПВНІЮК. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ШЛЯХОМ КУПАЖУВАННЯ ДЛЯ ПОЛПШЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ	885
М. САДОВНІК. ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА	890
Д. СОКОЛОВСЬКИЙ. ВИКОРИСТАННЯ АМАРАНТОВОГО БОРОШНА У КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	895
А. СТАВНІЙЧУК. СОУСИ З ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ	901
М. ШАЛАВІНСЬКИЙ. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРАКЦІЙНИХ ОЛІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОХВИЛЬОВОГО ІНТЕНСИФІКАТОРА	905
М. ШРАМКО. ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРОЗИВА	909
В. КОЛІСНИК. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСТЕРИЗАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ	914
С. ЖУЧЕНКО. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШРОТУ АБРИКОСОВИХ КІСТОЧОК НА ЯКІСТЬ ТІСТА З ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА	921

О. КОЦЮБИНСЬКИЙ.	ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОЛОДКИХ БІЛКІВ У ВИРОБНИЦТВІ МАРМЕЛАДУ СПЕЦІАЛЬНОГО ДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	928
А. ЧЕМЕС.	БІФІДОБАКТЕРІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ФЕРМЕНТАТИВНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	3 934
Ю. БАРАНОВА.	МОЛОКО ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРУ ТА ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОКА	940
В. КУЯН.	ІННОВАЦІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ	943

НАПРЯМ

1

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНО ГОПОТЕПЛІННЯ



Вадим БОЙКО^{1*},
студент 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БІОЛОГІЯ РОЗВИТКУ, ПОШИРЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ РІПАКОВОГО КВІТКОЇДА (*MELIGETHES AENEUS* F.)

Анотація. Ріпаковий квіткоїд (*Meligethes aeneus* F.) є одним із ключових шкідників ріпаку, що спричиняє значні втрати врожаю та погіршення якості насіння. У статті детально розглянуто біологічні особливості даного шкідника, його життєвий цикл, який охоплює стадії яйця, личинки, лялечки та дорослої особини. Квіткоїд наносить шкоду на всіх етапах розвитку рослини, живлячись пилком, бруньками та квітками ріпаку, що призводить до зниження кількості утворених стручків і зменшення врожайності. Основні типи ушкоджень включають пошкодження квіткових бруньок і уповільнення розвитку рослин, що може знизити врожайність на 50-80% у сприятливих для шкідника умовах. У статті представлено методи боротьби з ріпаковим квіткоїдом, серед яких агротехнічні заходи, такі як сівозміна та глибока оранка, використання хімічних засобів (неонікотиноїди, піретроїди, фосфорорганічні інсектициди), а також біологічні методи, включаючи застосування ентомофагів, біоінсектицидів і феромонних пасток. Досвід українських фермерів підтверджує, що ефективна боротьба з шкідником потребує комплексного підходу. Використання агротехнічних і хімічних методів у поєднанні з біологічними рішеннями допомагає зменшити чисельність квіткоїда і знизити економічні втрати, пов'язані з вирощуванням ріпаку.

¹Науковий курівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

Annotation. *The rape blossom beetle (Meligethes aeneus F.) is one of the key pests of rapeseed, causing significant yield losses and seed quality deterioration. This article provides a detailed examination of the biological characteristics of this pest, its life cycle, which includes egg, larva, pupa, and adult stages. The beetle damages the plant at all stages of development, feeding on pollen, buds, and flowers, leading to a reduction in the number of formed pods and a decrease in yield. The primary types of damage include bud destruction and delayed plant development, which can reduce yields by 50-80% under favorable conditions for the pest. The article also outlines control methods for the rape blossom beetle, including agronomic measures such as crop rotation and deep plowing, the use of chemical agents (neonicotinoids, pyrethroids, organophosphorus insecticides), as well as biological methods, including the application of entomophages, bioinsecticides, and pheromone traps. The experience of Ukrainian farmers confirms that effective pest control requires an integrated approach. Combining agronomic and chemical methods with biological solutions helps reduce the beetle population and mitigate the economic losses associated with rapeseed cultivation.*

Вступ. Ріпак озимий (*Brassica napus*) є однією з найважливіших і найпоширеніших олійних культур у світі, що має величезне значення як для виробництва олії, так і для кормових продуктів. В Україні ріпак посідає провідне місце серед сільськогосподарських культур завдяки своїй високій рентабельності, стійкому попиту на ринку та здатності адаптуватися до різних кліматичних умов. Однак, поряд із великими перевагами, вирощування ріпаку супроводжується численними викликами, серед яких особливу загрозу становлять шкідники. Одним із найнебезпечніших шкідників для цієї культури є ріпаковий квіткоїд (*Meligethes aeneus* F.), що завдає суттєвих збитків на всіх етапах розвитку рослини

Ріпаковий квіткоїд – це невеликий жук родини блискітників (Nitidulidae), який живиться квітковими частинами ріпаку. Його поява на полі є серйозною загрозою для фермерів, оскільки він може швидко розмножуватися і пошкоджувати значні площі посівів [1].

Метою даної статті – надати повну інформацію про біологію ріпакового квіткоїда, його вплив на рослини ріпаку, методи контролю та боротьби, а також представити досвід фермерів у протистоянні цьому шкіднику.

Виклад основного матеріалу. Ріпаковий квіткоїд проходить кілька стадій розвитку: яйце, личинка, лялечка і доросла особина. Його біологічний цикл тісно пов'язаний із періодом вегетації ріпаку.

Дорослі особини зимують у ґрунті на глибині до 5 см. Вони залишаються в стані анабіозу до того часу, поки температура не підвищиться до +10-12°C. Зазвичай це відбувається навесні, під час активного росту ріпаку.

Після виходу з ґрунту дорослі особини ріпакового квіткоїда починають житися пилком ріпаку та іншими квітковими частинами. Особливу небезпеку вони становлять для квіткових бруньок, які вони виїдають, що призводить до їх

загибелі. Це фаза найбільшої шкоди для рослини, адже знищення бруньок безпосередньо впливає на врожайність [2].

Після живлення дорослі самиці відкладають яйця всередині квіткових бруньок. Через 5-10 днів із яєць з'являються личинки, які продовжують жити пилком і тканинами бруньок. Личинки особливо шкодять рослинам, оскільки пошкоджують внутрішні частини бруньки, що робить її нездатною утворювати квітку (рис 1).

Після закінчення свого розвитку личинки спускаються в ґрунт, де переходять у фазу лялечки. Через 1-2 тижні з лялечки виходять нові дорослі особини, які продовжують цикл розвитку. Зазвичай це друге покоління жуків, яке може вражати ріпак під час його подальшого розвитку.



Рис.1 Імаго та личинка ріпакового квіткоїда

Шкідливість. Ріпаківий квіткоїд наносить шкоду на різних стадіях розвитку ріпаку, що робить його одним із найбільш небезпечних шкідників для цієї культури. Основні типи ушкоджень:

Пошкодження квіткових бруньок: Дорослі жуки та личинки ріпакового квіткоїда виїдають пилки та інші тканини квіткових бруньок. Це призводить до їхньої загибелі та суттєвого зменшення кількості квітів, що утворюються на рослині. Відповідно, це прямо знижує потенційну кількість сформованих стручків, а отже – і врожайність.

Зниження кількості квітів: Оскільки ріпаківий квіткоїд активно харчується квітковими частинами, кількість квіток, здатних розкритися, значно зменшується. Це ускладнює природне запилення ріпаку, що в подальшому впливає на кількість і якість насіння [2].

Пошкодження бутонів: Личинки квіткоїда можуть проникати у бруньки, завдаючи значної шкоди. Пошкоджені бруньки часто не розвиваються, що знижує шанси на формування повноцінних стручків.

Затримка розвитку рослин: Пошкодження квіткових бруньок дорослими особинами та личинками призводить до затримки розвитку рослин. Це може бути особливо критично у випадку ранньостиглих сортів ріпаку, де будь-яка затримка розвитку безпосередньо впливає на врожайність [3].

Зовнішні ознаки пошкодження ріпакового квіткоїда включають пошкоджені або відмерлі бруньки, деформацію квіток і стручків, зменшення

кількості квітів на рослині. Уражені бруньки можуть бути злегка підсохлими або мати сліди виїдених тканин (рис 2).



Рис. 2 Пошкодження бутонів та квітів ріпаковим квіткоїдом

Втрати врожаю ріпаку через ріпакового квіткоїда можуть сягати значних масштабів.

Пошкодження квіткових бруньок ріпаку, спричинене як дорослими особинами, так і личинками ріпакового квіткоїда, призводить до значних втрат врожаю [4].

Основні механізми втрат:

1. Знищення квіткових бруньок: Личинки виїдають пилок і тканини бруньки, що призводить до її загибелі. Це зменшує кількість квіток, а відповідно і кількість сформованих стручків.

2. Зниження запилення: Квіткові бруньки, пошкоджені дорослими особинами, часто не розкриваються, або їх розвиток уповільнюється. Це ускладнює природне запилення рослин.

3. Зниження якості насіння: Навіть у тих рослинах, що виживають після атак квіткоїда, якість насіння може знижуватися через недостатнє запилення або порушення формування стручків.

За даними досліджень, за відсутності ефективних методів боротьби врожайність може знизитися на 50-80%. У сприятливих для шкідника умовах втрати можуть бути ще більшими. Навіть часткове ураження бруньок може знизити врожайність на 20-30%. Такі втрати значно впливають на економіку вирощування ріпаку, оскільки ця культура є високорентабельною для багатьох фермерських господарств.

У разі сильного ураження ріпаковим квіткоїдом знижується не тільки кількість стручків, але й якість насіння. Погано запилені або пошкоджені рослини формують насіння з нижчим вмістом олії, що робить продукцію менш привабливою для переробних підприємств. Досвід фермерів з Хмельницької та Тернопільської областей показує, що в роки з сильними нападами квіткоїда господарства можуть втрачати до 50% потенційного врожаю, що робить вирощування ріпаку не вигідним.

Для боротьби з ріпаковим квіткоїдом використовують комплексний підхід, що включає агротехнічні, хімічні та біологічні методи. Цей підхід

дозволяє не тільки ефективно контролювати чисельність шкідника, але й мінімізувати шкоду для довкілля [5].

Агротехнічні методи.

1. Сівозміна: Один із найефективніших агротехнічних методів — впровадження правильних схем сівозміни, де ріпак вирощується на одному полі не частіше, ніж раз на три-чотири роки. Це знижує чисельність шкідника, оскільки він втрачає доступ до свого основного джерела живлення.

2. Глибока оранка: Лялечки ріпакового квіткоїда зимують у ґрунті. Проведення глибокої оранки після збирання врожаю сприяє знищенню великої кількості лялечок, що значно зменшує чисельність популяції на наступний рік.

3. Жовті ловильні пастки: Цей метод дозволяє контролювати чисельність шкідника на початкових етапах його появи на полі. Жовті пастки приваблюють дорослих жуків і дозволяють аграріям оперативно оцінювати необхідність застосування інсектицидів.

Хімічні методи боротьби. Хімічні методи боротьби залишаються найпоширенішими серед аграріїв, особливо на великих площах посівів ріпаку. Основні інсектициди, що використовуються для боротьби з ріпаковим квіткоїдом, включають кілька класів хімічних сполук:

1. Неонікотиноїди: Препарати на основі імідаклоприду, тіаметоксаму та клотианідину показують високу ефективність проти ріпакового квіткоїда. Вони працюють як системні інсектициди, поглинаються рослиною і захищають її протягом тривалого періоду. Однак, через можливий вплив на популяції бджіл, їх використання обмежено або заборонено у деяких країнах.

2. Піретроїди: Синтетичні піретроїди, такі як лямбда-цигалотрин і дельтаметрин, застосовуються проти дорослих особин квіткоїда. Вони діють контактно і забезпечують швидке знищення шкідника. Однак, їх ефективність може знижуватися через розвиток резистентності у шкідника.

3. Фосфорорганічні інсектициди: Хлорпирифос є одним із найбільш ефективних засобів боротьби проти ріпакового квіткоїда. Він діє як контактно, так і системно, що робить його універсальним засобом для контролю над шкідниками. Проте через високу токсичність цей препарат обмежено у використанні в багатьох країнах ЄС.

На прикладі аграріїв з Вінницької області можна зазначити, що комбіноване застосування піретроїдів і неонікотиноїдів дозволило знизити чисельність шкідника на 60-70%. Проте вони також відзначають, що тривале застосування тих самих препаратів призводить до розвитку резистентності у квіткоїда.

Результати обліків свідчать про необхідність обробки проти шкідників генеративних органів, так як кількість імаго ріпакового квіткоїда на культурі в фазу бутонізації становила 15–20 екз./рослину. В цей період були закладені дрібно ділянкові досліди. На 3 день після обприскування технічна ефективність препаратів була в межах 85,5–95,3% (табл. 1).

Серед досліджуваних інсектицидів найвища технічна ефективність у цей період зафіксована у варіантах Конфідор 20% в.р.к.– 95,3 % за норми витрати 0,25 л/га та Фастак 10% к.е.– 93,5% (0,1 л/га). За таких умов чисельність

фітофага після обробок коливалась від 1 до 2 жуків на рослину, тоді як на контролі – 20 екз. на рослину.

Таблиця 1

Технічна ефективність інсектицидів за обприскування рослин ріпаку озимого проти ріпакового квіткоїда (середнє, 2022–2023 рр.)

п/п	Варіант	Норми витрати препарату кг, л/га	Ефективність на ... добу після обробки, %		
			3	7	14
	Контроль	-	0	0	0
	Фастак 10% к.е.	0,1	93,5	81,0	58,6
	Конфідор, 20% в.р.к.	0,25	95,3	84,1	71,2
	Моспілан 20% р.п.	0,75	89,9	78,4	65,1
	Актара 25 WG в.г.	0,06	92,1	75,4	64,9

*Примітка: За результатами науковців[3].

Через 7 діб токсична дія препаратів послабилась, але найбільше зниження чисельності квіткоїда порівняно з контролем зафіксовано на варіантах оброблених також Конфідором 20% в.р.к. і Фастаком 10% к.е. – 84,1% та 81,0% відповідно. Найвища технічна ефективність на 14 день після обробки з досліджуваних препаратів виявилась теж у інсектициду Конфідор 20% в.р.к. – 71,2%, нижча у Фастака 10% к.е. – 58,6%.

Біологічні методи боротьби. Збільшення використання біологічних методів боротьби з ріпаковим квіткоїдом спрямоване на зменшення негативного впливу на екосистеми та збереження популяцій корисних комах, таких як запилювачі. Основні біологічні методи включають:

1. Ентомофаги: Паразитоїдні оси, такі як *Phradisinterstitialis* та *Tersilochusmicrogaster*, паразитують на личинках ріпакового квіткоїда, зменшуючи їх популяцію. Ці природні вороги можуть значно скоротити чисельність шкідника, якщо їхні популяції достатньо розвинені. Дослідження в Польщі показали, що використання ентомофагів дозволило знизити поширеність квіткоїда на 30-40% на полях з біологічним землеробством.

2. Біоінсектициди: Препарати на основі мікроорганізмів, таких як гриби (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*) та бактерії (*Bacillus thuringiensis*), мають патогенну дію на личинок і дорослих особин квіткоїда. Їхня перевага полягає в безпечності для людини і корисних комах, але вони вимагають багаторазового застосування для досягнення ефекту.

3. Феромонні пастки: Феромони використовуються для залучення і відлову дорослих особин квіткоїда. Цей метод ефективний як для моніторингу, так і для безпосередньої боротьби зі шкідником, особливо на малих площах або у господарствах, що дотримуються принципів органічного землеробства.

Висновки. Враховуючи цінність ріпаку озимого та низький рівень ведення сільського господарства в сучасних умовах, гостро постає питання захисту цієї культури від шкідливих організмів. Зокрема за несвоєчасного проведення захисних заходів проти основних фітофагів урожайність насіння знижується на 30–40%. Значні втрати спричиняє ріпаковий квіткоїд, який

пошкоджують генеративні органи. Тому, уточнення особливостей екології ріпакового квіткоїда, вдосконалення методів і заходів захисту культури від них в умовах сучасної технології вирощування обумовили пріоритетність напрямку досліджень та їх актуальність.

Список використаної літератури

1. Журавський В.С. Видова різноманітність комах на посівах ярогорі паку у центральному Лісостепу України. *Захист і карантинрослин*. Київ: 2018. Вип. 54. С. 197-202.
2. Щербаков В.Я., Юркевич Є.О. Умови формування високого урожаю озимого ріпаку залежно від метеорологічних умов різних періодів вегетації в Степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. Вип. 84 (2). С. 114-120.
3. Rudska N., Zabarnyi O. Control of the of main pests of winter oilseed rape in the conditions of Vinnytsia region. *Сільськогосподарство та лісівництво*. 2023. № 4 (31). С. 137–157.
4. Поляков О., Нікітенко О. Оптимізація вирощування озимого ріпаку восени. *Пропозиція*. 2017. № 11. С. 107-108.
5. Зозуля О., Малина Г. Захист озимого ріпаку восени. URL: <https://www.syngenta.ua/news/ripak-ozimiy/zahist-posiviv-ozimogo-ripaku-voseni>. (дата звернення 09.09.2024 р.).

Олександра БОРТНОВСЬКА²,

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

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОСНОВНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** У даній статті було розглянуто які ж є основні сільськогосподарські культури. Деякі культури, такі як: яра та озима пшениця, кукурудза та цукрові буряки було розглянуто більш детально. Ми вияснили, які ж особливості вирощування вони мають. А саме: оптимальна температура їх висіву, термін, кількість та частота зрошування, як правильно обробити ґрунт перед висівом цих культур, допустима вологість, які добрива можна і варто вносити для кращого врожаю, а також терміни їх дозрівання.*

***Annotation.** This article considered what are the main agricultural crops. Some crops, such as: spring and winter wheat, corn and sugar beets, were*

²Науковий керівник: Поліщук М.І., доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

considered in more detail. We found out what peculiarities of cultivation they have. Namely: the optimal temperature for their sowing, the timing, amount and frequency of irrigation, how to properly process the soil before sowing these crops, permissible humidity, what fertilizers can and should be applied for a better harvest, as well as their ripening period.

Вступ. З давніх часів сільськогосподарські культури були дуже важливими для людини. З тих пір, як ранні люди відкрили вогонь і зрозуміли, що варене зерно смачніше, сільське господарство стало альтернативою збиральництву та полюванню. Пізніше вирощування різних культур стало частиною агробізнесу. Продуктивність сільського господарства залежить від використання ефективних практик, впровадження корисних технологій та визначення найбільш перспективних культур. Для цього незамінними інструментами є супутниковий моніторинг на місці, а також програмне забезпечення для аналізу та інтерпретації даних. Зокрема, історичні дані дозволяють визначити тип рослинництва в регіоні за останні роки. Послідовність сівозміни та зонування полів сприяє зниженню фінансових витрат.

Виклад основного матеріалу. Основними культурами України є яра та озима пшениця, кукурудза, жито, ячмінь, овес, соняшник, соя, цукрові буряки, картопля, цибуля, часник, горіхи, виноград, ріпак, капуста, помідори, огірки, перець, баклажани, кавуни, баштанні українські кліматичні умови дозволяють вирощувати різні овочі на відкритому ґрунті (у 2019 році було зарезервовано 444 тис. га землі). Найважливішими культурами в Україні є озима пшениця, кукурудза, соняшник, соя, ячмінь, картопля, ріпак і цукровий буряк [1]. Країна розташована в різних кліматичних зонах, що впливає на вирощувані в Україні культури та їх регіональне поширення. Озима пшениця є найурожайнішою рослиною в країні і вирощується в лісостепових районах і північних частинах прерій через відсутність снігового покриву в прерії. Кукурудза в основному зосереджена в центральних і північних областях. Херсонська область славиться кавунами, Вінницька та Тернопільська – картоплею. Різні методи землеробства існують тисячоліттями без будь-якого наукового обґрунтування. Тому помічено, що ерозію ґрунту можна зменшити, якщо чергувати посів коренеплодів з рослинами, верхню частину яких використовують у їжу. Окремі види культур, наприклад соняшник чи ріпак, споживають ґрунт, тому після посіву поле рекомендується пропарити. Певна послідовність сівозміни може підвищити врожайність. Наприклад, після квасолі капуста росте швидше. Пізніше вчені виявили, що це явище відбувається через азотфіксацію – здатність бобових рослин брати участь у процесі перетворення атмосферного азоту в аміачну селітру і збагачення нею ґрунту. У результаті цього спостереження з'явилися альтернативні типи систем землеробства, які включають сівозміну або монокультуру. Тож із року в рік фермери або сіють різні види культур, або сіють одну культуру. Інший варіант називається проміжним посівом, коли кілька взаємовигідних культур (таких як пшениця,

кукурудза та соя, по шість рядків кожна) висівають одночасно та в комбінації. Існує ще один спосіб класифікації обробки землі та техніки ведення сільського господарства:

- Система ріллі – це повністю рослинництво (без тваринництва).
- Тваринництво або скотарство - територія використовується тільки під пасовище.
- Кочове скотарство схоже на традиційне скотарство, але в цьому випадку скотарі переганяють своїх тварин на нові території з багатою рослинністю та водою.
- Змішані системи передбачають використання землі одночасно для вирощування сільськогосподарських культур і тварин.
- Природне (споживче) сільське господарство забезпечує продовольчі потреби фермерів та їхніх сімей.
- Система плантацій. На плантаціях вирощують певні види культур: чай, прянощі, каву тощо.
- Сільське господарство сільськогосподарських угідь створює нові землі, коли використовувані землі втрачають свою родючість. Однак такий підхід не сприяє екологічній стійкості.

Пшеницю (*Triticum aestivum* L.) вирощують протягом двох різних вегетаційних періодів: озимого та ярого. Час посіву та поява колосків пшениці є основою для класифікації озимих та ярих сортів. Вибір схеми вирощування залежить від погодних і ґрунтових умов у кожному регіоні вирощування. Осінь – це час для посіву пшениці для отримання літнього врожаю. Озима пшениця є найкращою культурою для вирощування в умовах посухи влітку та достатньої кількості опадів взимку та восени. Озиму пшеницю (Рис. 1) можна висівати лише в районах з м'якою зимою та достатнім сніговим покривом для захисту посівів від сильних і тривалих морозів. Сходи пшениці можуть пережити пізню осінь суворими, якщо вони мають висоту 10-15 см. Коренева система цієї культури досить витривала, щоб пережити зиму, і продовжить рости після того, як навесні температура знову підвищиться. Для вирощування озимої та ярої пшениці необхідні різні температури та вологість повітря. Проте вимоги до складу ґрунту та вмісту макро- і мікроелементів при вирощуванні двох сортів дуже схожі. Розглянемо основні умови вирощування пшениці. Протягом вегетаційного періоду оптимальна кількість води, необхідна для успішного вирощування пшениці, становить 30-38 см. Кліматичні умови, в яких вирощується пшениця, вологість ґрунту, тривалість вегетаційного періоду певного сорту культури та стадія росту рослин є найважливішими факторами, які визначають, скільки води потребує культура. У той час як посіви зазвичай страждають від нестачі дощу, надлишок вологи також може бути шкідливим для росту пшениці. Надмірний ріст і розвиток посівів пшениці внаслідок перезволоження в період вегетації призведе до вилягання, а надмірне зрошення на пізніх стадіях росту посівів також призведе до вилягання. Озима пшениця переходить у стан спокою під час холодного періоду на початку свого росту, і температура повинна знизитися принаймні до температури замерзання, перш

ніж рослина зможе увійти в репродуктивний цикл. Іншими словами, при вирощуванні озимих сортів насіння може утворюватися лише після тривалого холодного періоду з температурою нижче 4°C. Температура вище 32°C може спричинити тепловий стрес для посівів і знизити врожайність пшениці.

Натомість оптимальні температурні умови для росту ярих сортів 21-24°C. Якщо говорити про екстремуми низьких і високих температур, то ярі культури можуть рости при 4-35°C. На певних етапах росту ярої пшениці важливо підтримувати температуру в цьому діапазоні. Наприклад, температура проростання насіння нижча за мінімальну температуру, а температура дозрівання посівів вища за максимальну, що призводить до зниження врожайності ярих сортів. Освітлення сонячними променями безпосередньо впливає на вирощування сільськогосподарських культур. Згідно з дослідженнями, потенціал врожайності посівів найвищий у регіонах із відносно низькими температурами, але інтенсивнішим сонячним освітленням. Найкраще росте пшениця за умов повноцінного денного світла, і для отримання продуктивного врожаю необхідно не менше шести годин сонячного освітлення щодня. Вирощування озимої пшениці займає більше часу, оскільки розвиток озимих культур відбувається повільніше, частково через короткий світловий день і меншу кількість сонячного світла в холодний період року. Щоб максимізувати врожайність, важливо знати, як вирощується пшениця і на якому типі ґрунту. Родючі суглинкові ґрунти з хорошим дренажем і хорошою циркуляцією повітря (аерацією) ідеально підходять для вирощування будь-якого сорту. І навпаки, торф'яні ґрунти з високим вмістом заліза, натрію і магнію вкрай не сприятливі для вирощування пшениці.



Рис 1. Озима пшениця.



Рис 2. Яра пшениця.

Оптимальний рівень рН для вирощування пшениці знаходиться в межах від 5,5 до 7,5 (слабокислі та нейтральні ґрунти). Низька родючість ґрунту та висока засоленість ґрунту є одним із факторів, які є несприятливими для вирощування пшениці, причому на штучно зрошуваних полях часто міститься сіль. Засоленість ґрунту може мати негативний вплив на виробництво пшениці, зокрема, на життєздатність сходів, формування основних і додаткових пагонів на стадії проростання, формування листків і колосків, а також на здатність рослин поглинати воду. Для ефективного виробництва пшениці важливе значення має своєчасне зрошення. Зрошення озимих сортів водразу після посіву призводить до більш ранньої та рівномірної появи колосків, сильнішого укорінення та вищої врожайності з одиниці площі. Ярі культури (Рис. 2) також потребують великої кількості зрошувальної води від проростання до раннього вкорінення. Помірне і часте зрошення рекомендується для прискорення проростання розсади і сприяння ранньому укоріненню. У період цвітіння пшениця потребує найбільше води. Пшениця потребує добрив, таких як азот, фосфор і калій (NPK добрива). Новітні високоврожайні сорти ефективніше витягують азот (N) з ґрунту і тому містять більше білка.

З економічної точки зору вирощування кукурудзи (Рис. 3) може бути дуже вигідним, особливо в Україні. Сприятливі природно-кліматичні умови дозволяють виробляти обсяги, достатні для забезпечення внутрішнього попиту та експорту. У той же час, оскільки культури мають високі вимоги до температури, вологості та інших факторів, універсального алгоритму вирощування не існує. Використовуючи сучасні технології, фермери можуть контролювати весь процес вирощування культури, особливо виявляючи потенційні загрози, такі як шкідники та бур'яни. Оптимальна температура для росту кукурудзи становить 20-22°C. Якщо ґрунт досить вологий, культури можуть рости навіть при високій температурі до 38°C. Необхідний рівень вологості забезпечується регулярним поливом і помірними опадами не менше 38 см (оптимально – 45-50 см) протягом вегетаційного періоду. Окрім умов навколишнього середовища під час вирощування культури, слід також враховувати умови типу ґрунту. Для ранньостиглих сортів ідеально підійде супіщаний або суглинистий ґрунт, а для пізньостиглих — мулистий або глинистий. Перед посівом необхідно перевірити кислотно-лужний баланс: в ідеалі ґрунт, на якому вирощується кукурудза, має бути кислим або нейтральним (рН 5,5-6,5).

Необхідно також провести тестування ґрунту, щоб визначити його здатність утримувати воду. Це дозволить підтримувати оптимальний рівень вологості в майбутньому. Для нормального росту рослини потребують великої кількості поживних речовин, особливо азоту. Таким чином, сучасні технології вирощування кукурудзи дозволяють висівати насіння на ділянках, де ґрунт багатий поживними речовинами з попереднього сезону зростання. Наприклад, це може бути ділянка, засіяна люцерною, квасолею, викою або конюшиною. Щоб підвищити вологість ґрунту для вирощування кукурудзи (особливо щільного глинистого ґрунту), додайте органічні добрива, такі як гній, компост,

тирса, скошена трава тощо. Культури, посаджені занадто рано, часто гинуть через чутливість до морозу. Тому перед посадкою кукурудзи необхідно почекати два-три тижні після останніх весняних заморозків. Підготовка ґрунту для посіву кукурудзи відіграє ключову роль у виробництві врожаю. Найкраще це робити відразу після збору врожаю, влітку або на початку осені. Це дозволяє рослинам отримувати достатню кількість води. Якщо ґрунт недостатньо глибоко обробіток, то кукурудза буде погано приживатися і розвиватися. Крім того, в цьому випадку в глибших шарах ґрунту може сформуватися несприятливе середовище, що перешкоджатиме мінералізації азоту. Кукурудзу можна сіяти вручну або механічною сівалкою. У другому випадку машина повинна працювати на малих обертах, інакше машина буде підстрибувати, через що насіння буде виходити нерівномірно [3].

Щільність посіву залежить від багатьох факторів: типу ґрунту, зрошення, використовуваних гібридів і методів обробки поля. Для досягнення найкращих результатів відстань між рослинами має бути однаковою, а також глибина посіву. Для росту кукурудзи вирішальне значення має якість поливу. Недостатня кількість вологи в репродуктивний період призведе до різкого зниження врожайності, а надлишок – до загнивання насіння і коренів. Як і при вирощуванні цукрової тростини, важливо захистити сходи кукурудзи від бур'янів. При цьому необхідно враховувати, що коріння культури можуть сягати на відстань до 30 см. Тому видаляти бур'яни вручну слід з особливою обережністю. В якості профілактики можна полити мульчею навколо рослин. Для повноцінного розвитку протягом усього періоду росту культурам потрібна велика кількість поживних речовин. Вона не відчуває особливої потреби в магнії, залізі та сірці, але потребує великої кількості азоту та калію. Тому на всіх етапах росту культури необхідно вчасно вносити добрива, щоб забезпечити ґрунт необхідними мінеральними речовинами. Від посіву до збирання врожаю проходить в середньому 2-3 місяці, конкретні умови вирощування культури залежать від сорту [4].



Рис. 3. Кукурудза.

Цукровий буряк (Рис. 3) – рослина надзвичайно чутлива до живлення. Для отримання високого врожаю потрібна висока окультуреність ґрунту та значна кількість поживних речовин. Дуже важливо знати, як використовувати

азотні добрива. Негативні наслідки має як дефіцит, так і надлишок споживання азоту, незбалансоване іншими елементами живлення [5]. Дефіцит азоту може негативно вплинути на врожайність буряків, а надлишок призведе до значного погіршення технологічних властивостей коренеплідів і зниження виходу цукру при його переробці на заводах. Існують два основних технічних рішення для класичного обробітку основного ґрунту цукрових буряків: напівпаровий спосіб і метод поліпшення, ефект підготовки ґрунту в яких майже однаковий.

Половина програми обробітку складається з двох смуг лушення відразу після збору врожаю, глибиною 8-10 см, і через 2-3 тижні глибокої оранки на 30-32 см в пристрої з котком і граблями. Коли піде дощ і бур'яни проростуть, боронуйте 2-3 рази. До промерзання ґрунту розпушити (і розрівняти), не переорюючи, на глибину 16-18 см. Враховуючи те, що сучасні гібриди цукрових буряків стійкі до «цвітіння» та витримують відносно низькі температури під час проростання насіння та на початку вегетації, їх слід висівати рано навесні – одразу після сівби ранньої ярої культури [6]. Але при цьому слід враховувати наступні фактори: Для різних гібридів цукрових буряків необхідний вегетаційний період від 160 до 220 днів вегетації, тому треба враховувати довжину безморозного періоду; весняний заморозок – 4..5°C згубний для буряка; весною часто існує ризик втрати вологи із посівного шару. Слід також врахувати, що у перезволоженому холодному ґрунті проростки часто пошкоджуються коренеїдом і гинуть від нестачі кисню, а в сухому – можуть загинути або ослабнути від нестачі вологи.



Рис 3. Цукровий буряк.

Висновки. З даної статті ми дізнались які ж сільськогосподарські культури в Україні є основними. До таких культур відноситься яра та озима пшениця, жито, овес, соняшник, соя, кукурудза, картопля, цукрові буряки, горіхи, огірки, ріпак, ячмінь та ін. Детальніше було розглянути яру та озиму пшеницю, кукурудзу та цукрові буряки. Ми вияснили які ж особливості при вирощуванні вони мають. А також, що ж потрібно робити для того, щоб покращити врожайність цих культур.

Список використаної літератури

1. Kunkulberga, D., Linina, A., Ruza, A. (2019, May). Effect of nitrogen fertilization on protein content and rheological properties of winter wheat wholemeal. Foodbalt 2019.
2. Prasad, G. et al. (2018). Impact of Temperature and Solar Radiation on Wheat Crop for Varanasi Region of Uttar Pradesh. Vayu Mandal, Indian Meteorological Society, 44 (2).
3. Flores, Edgar & Dela Cruz, Renita & Cecilia R. Antolin, Ma. (2016). Environmental performance of farmer-level corn production systems in the Philippines. Agricultural Engineering International: The CIGR e-journal. 18. 133-143.
4. Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature. 2002. 418, N 8. P. 671-677.
5. ДСТУ 2153:2006 (ДСТУ 2153-93) Буряки цукрові. Терміни та визначення понять. Національний стандарт України. К.: Держстандарт України, 2006.
6. ДСТУ 4231:2003 (ГОСТ 28166-89). Насіння цукрових буряків. Вимоги щодо заготовляння. Національний стандарт України. К.: Держстандарт України, 2003.

Максим ОПЛАКАНСЬКИЙ³,

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

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОРГАНІЧНОГО ПЛОДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

Анотація. Дана стаття присвячена розгляду актуального стану органічного плодівництва в Україні на даний момент та у перспективах. Аналізується, чому органічні продукти, а саме фрукти та ягоди, кращі для здоров'я та довкілля, а також які перешкоди стоять на шляху розвитку цього напрямку. Відповідно, у цій статті підкреслюється зростаючий попит на органічну продукцію та пропонуються шляхи для розвитку галузі. Особлива увага приділяється впливу органічного вирощування на довкілля та здоров'я споживачів. Наукова робота покликана дослідити сучасні тенденції та виклики, які стоять перед органічним плодівництвом, проаналізувати причини цих проблем та пропонує шляхи їх вирішення для подальшого розвитку органічного сектору. В основному буде наголошуватись на таких перевагах та недоліках органічного плодівництва, як знижена продукція, в порівнянні з

³Науковий керівник: Паламарчук І.І., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ.

класичним плодівництвом, відтак вища ціна на продукцію, більша собівартість кінцевого продукту та з переваг – надання маленьким господарствам (підприємствам, фермам) можливостей для виживання та розвитку на ринку органічної продукції, зокрема таким, які знаходяться в селі чи провінції.

Ключові слова: плодівництво, органічна продукція, фрукти, ягоди, врожайність.

Annotation. *This article is devoted to the current state of organic fruit growing in Ukraine and its prospects. It analyzes why organic products, namely fruits and berries, are better for health and the environment, as well as what obstacles stand in the way of the development of this sector. Accordingly, this article emphasizes the growing demand for organic products and suggests ways to develop the industry. Particular attention is paid to the impact of organic farming on the environment and consumer health. The research paper aims to investigate current trends and challenges facing organic fruit growing, analyze the causes of these problems and suggest ways to solve them for the further development of the organic sector. The paper will mainly focus on the advantages and disadvantages of organic fruit growing, such as reduced production compared to conventional fruit growing, hence higher prices for products, higher cost of the final product, and among the advantages – providing small farms (enterprises, farms) with opportunities for survival and development in the organic market, in particular those located in the village or province.*

Keywords: fruit growing, organic products, fruits, berries, yields.

Вступ. Органічне сільське господарство є сталою формою рослинницької підприємницької діяльності, яка характеризується ефективним використанням ресурсів та значним потенціалом для глобального розповсюдження. Самий термін «органічне виробництво» (з англійської: «organicproduction») значить, що виготовлення саме цієї продукції відбувається на базі найбільш відповідних для екосфери способів продукування з врахуванням усіх біологічних норм та захисту навколишнього середовища [3].

У сучасних умовах екологічно чисті фрукти цікавлять споживачів як в Україні, так і в усьому світі, тобто аспект глобалізації та експорту не виключений та є чи не найважливішим чинником євроінтеграційного процесу зокрема. Вирощування органічної продукції – це новий, конкурентоспроможний та перспективний спосіб садівництва. Від 2008 року і до сьогодні в Україні пробують отримати високоякісний урожай фруктів без використання пестицидів з урахуванням світових міжнародних практик [6].

Кожний рік Україна все ближче і тісніше наближається до світових тенденцій пов'язаних зі здоровим харчуванням. Молоді українці все більше починають споживати органічну продукцію, зокрема фрукти та ягоди вирощені

в екосадах. Органічне плодівництво – це новий погляд у рослинництві, це можливість вирощувати корисну, з природнім хімічним складом продукцію, раціонально користуючись природніми ресурсами, а особливо ґрунтами. Відмовившись від хімікатів, ми отримуємо екологічно чисту і здорову продукцію, що приваблює покупця. Але чи може органічне садівництво конкурувати з традиційним? Який стан вирощування плодово-ягідних культур в період до повномасштабного вторгнення і наразі. Які технології допомагають підвищити врожайність органічних культур. Які проблеми стоять на шляху розвитку органічного сектору, чи вигідно це з економічної сторони. Ці та інші питання будуть розглянуті далі у статті.

Виклад основного матеріалу. На сьогодні дуже мало тих, хто дійсно по-науковому готовий досліджувати і розвивати тему органіки, але все ж таки є постаті в сучасній агросфері, котрі розуміючи своє покликання і потенціал своїх знань, доклали чималих зусиль задля розвитку цієї сфери, органічного рослинництва, зокрема, якщо звужувати до аспекту моєї теми – садівництва (плодівництва). Основна ціль органічного плодівництва – це вироблення еко продуктів без застосування агресивних хімікатів, навіть на азотистій основі. Відтак, щоб виростити органічний сад необхідно організувати відповідний порядок вирощування, який включає в себе грамотний вибір сорту плодової культури та підщеп (в основному від цього залежить чи вийде виростити повноцінний екологічно чистий врожай), відповідний тип ґрунту для тої чи іншої культури, план внесення органічних добрив, застосування інсектицидів/пестицидів. Отже, можна сказати, що останнє – є найважливішим пунктом у створенні органічного саду. Коефіцієнт продуктивності немає ніякого значення тоді, коли ваші дерева нищить короїд чи якась бактеріальна хвороба.

Унаслідок не використання мінеральних добрив та пестицидів – врожайність органічних насаджень впаде, порівнюючи з інтенсивними садами. Наприклад, врожайність груші на гектар площі в саду інтенсивного спрямування становить приблизно 40-50 тон, органічний сад не дасть такого врожаю, дасть вдвічі, а то й втричі менше плодів, це обумовлено вищенаведеними чинниками. Власне це і є найголовніший мінус та недолік органічного плодівництва – маленький коефіцієнт вихідної продукції, але він перебивається тим фактом, що ця продукція є затребуваною на ринку України, люди готові переплачувати за продукт, який є вирощеним в абсолютно натуральних умовах з мінімальною кількістю (або взагалі без) застосованих хімічних речовин. Органічні продукти найчастіше обирають еко-френдлі українські споживачі, які прагнуть забезпечити здоров'я своїх сімей, особливо маленьких дітей, та готові платити більше за якість і натуральність продуктів [4].

На сьогоднішній день такого роду виробництво є досить таки провідною сферою в аграрному секторі. Беручи наявні дані, тільки 1 відсоток від родючих

ґрунтів України припадає під органічне вирощення рослин. Це приблизно 450 тисяч гектарів. Саме органічне плодівництво у нашій державі розпочало дуже інтенсивно розвиватися тільки 10 років тому. На Вінниччині перші спроби застосувань органічних методів були зроблені 16 років тому, в той час коли Європейські держави вже 40 років застосовують еко технології у садівництві [7].

Розгляньмо статистичні дані минулих років по виробництву типових представників плодкових, тобто зерняткових культур та ягідних культур в цілому по Україні та типових областях (представниках різних зон) (табл. 1).

Таблиця 1

Виробництво зерняткових культур (2020-2022).

Виробництво зерняткових культур (тис. т)			
Область	Роки		
	2020	2021	2022
Україна	1272,8	1449,2	1281,0
Вінницька	189,7	240,9	195,2
Хмельницька	145,5	162,5	147,7
Дніпропетровська	65,5	87,1	67,0
Київська	42,1	57,3	48,7
Одеська	26,1	31,4	31,0
Херсонська	24,2	18,0	...
Чернівецька	177,5	217,5	210,5
Львівська	104,2	93,3	103,1

України за останні роки до повномасштабного вторгнення (табл 2), сформовані на базі даних з Держстату [2].

Таблиця 2

Виробництво ягідних культур (2020-2022)

Виробництво ягідних культур (тис. т)			
Область	Рік		
	2020	2021	2022
Україна	127,2	138,7	123,3
Вінницька	7,2	8,8	7,9
Хмельницька	4,0	4,1	4,1
Дніпропетровська	10,1	11,2	11,9
Київська	11,0	11,7	11,3
Одеська	3,6	3,6	3,5
Херсонська	3,4	3,7	...
Чернівецька	5,3	5,3	5,4
Львівська	6,8	6,8	6,9

Як можемо бачити, плодово-ягідне виробництво в Україні здійснюється нерівномірно. Це в прешу чергу обумовлено агрокліматичними умовами кожного регіону, це дуже добре видно за даними таблиць – найкращими для вирощування є все такаі області з помірним кліматом, відповідно оптимальним

рівнем зволоженості та найбільшим числом світлих сонячних днів. Відносно органічного виробництва, то лідером за площею є Вінницька область.

Органічне плодівництво має колосальний запас потенціалу для теперішнього та майбутнього розвитку в Україні та за її межами. Але для його підтримки і покращення саме в Україні необхідно проводити удосконалення комплексних заходів щодо державної політики в цьому секторі, належної співпраці з фермерами-садівниками, залучення інвестицій з-за кордону (ЄС, США) та налагодження співпраці товаровиробників із науково-дослідними організаціями та впровадження у виробництво новітніх досягнень селекції [3, 5].

Попри те, що внутрішній ринок органічних плодів досить таки молодий, мережі магазинів, стають все більш доступними для більш ширшої маси людей, охоче вітають та підтримують органічне виробництво, що сприяє його поширенню та освіченню споживачів щодо нього. Основними каналами збуту органічної продукції в країні є мережі супермаркетів (Сільпо, Ашан, АТБ, МЕТРО та ін.). Але беручи те, що наш внутрішній ринок досить таки нерозвинений, все більше і більше органічних підприємств орієнтують свою роботу на експорт. Нарощування експорту, зокрема до країн ЄС, вимагає відповідної якості плодово-ягідної продукції європейським стандартам. На сьогодні не всі українські виробники органічної продукції добре ознайомлені з відповідними стандартами, які діють в Україні, не кажучи вже про ті, що застосовуються в Європейському Союзі або прийняті міжнародними організаціями.

Вирощування органічних фруктів та ягід в Україні набуває все більшої популярності. Потенціал країни у виробництві органічної продукції відкриває багатообіцяючі можливості на європейському ринку. Зокрема, площа відповідних плантацій зерняткових та кісточкових культур становить 2 500 га, кущових ягідників – 630 га, суниці – 170 га, волоських горіхів – 290 га, фундука – 40 га, інших горіхоплідних культур – 50 га. В останні роки українські виробники експортували цілий ряд органічних продуктів, включаючи свіжі яблука, соковий концентрат та заморожені ягоди. Основними споживачами органічної продукції садівництва з України є Європейський Союз, Сполучені Штати Америки та Канада [2].

Важливо зазначити, що органічна продукція, яка походить з третіх країн, може бути розміщена на ринку ЄС лише за умови, що її маркування містить посилання на органічне виробництво і якщо вона була вироблена відповідно до правил виробництва та контролю, які відповідають або еквівалентні законодавству ЄС. Наразі органічне виробництво в Україні сертифікується відповідно до норм і стандартів, що діють в країнах ЄС, іноземними компаніями, а саме ІМО (Швейцарія) та Control Union (Нідерланди), а також представниками Німеччини, Італії, Польщі, Угорщини тощо. Українська організація «Органік Стандарт» також отримала міжнародну акредитацію на

право сертифікації органічної продукції. Варто зазначити, що суб'єкти господарювання можуть самостійно обирати установу для отримання сертифікату відповідності правилам органічного виробництва [8].

Загальна пропозиція на ринку представлена вітчизняною продукцією, на яку припадає приблизно 80% ринку та імпортом, який в основному є необхідними для ринку поставками у вигляді цитрусових та бананів. У 2022 році рівень виробництва плодів та ягід в Україні склав 2 023,8 тис. тонн, що є меншим показником порівняно з попередніми роками (табл. 3), сформавана на основі статистичних даних з Держстату

Таблиця 3

Статистичні дані урожайностей та площі плодово-ягідних (2020–2022 рр.).

Рік	Усі категорії господарств	С.- г. підприємства	До всіх категорій господарств, %	Господарства населення	Всі категорії господарств, у %
		<i>Площа плодоягідних насаджень, тис. гектарів</i>			
2020	198,5	50,7	25,5	147,8	74, 5
2021	194,0	46,2	23,8	147,8	76, 2
2022	191,0	43,5	22,8	147,5	77, 2
Урожайність, т/га					
2020	12,9	10,8	83,7	13,6	105, 7
2021	10,9	7,5	68,6	12,0	110, 0
2022	10,6	7,7	73,3	11,4	108,0

Надалі статистичних даних по площі садів, урожайності органічних та класичних садів ми не маємо, за 2023-2024 роки інформація відсутня. Але можна припустити, що цифри (статистичні дані) є вкрай меншими і не оптимістичними. Все це спричинено війною, відтак економічною кризою, територіальною окупацією, знищенням садів та деградацією ґрунтів внаслідок військових дій [2].

Більша частина загального обсягу органічного плодівництва виробляється українськими домогосподарствами населення. У 2022 році цей показник складав до 83,5%, що становить 1683 тис. тонн. При цьому частка фруктів, вирощених домогосподарствами, становила 83%, а ягід – 90% [2].

Висновок. Отже, розвиток органічного плодівництва попри всі складні обставини у загальнодержавній сфері рослинництва залишається сталим та актуальним для продовольців домогосподарств та сільсько-господарських підприємств. Органічна садовина, ягоди мають високу затребуваність на українському ринку та на міжнародному, експорт відкриває все більше і більше шляхів і можливостей для розвитку органічного плодоягідництва. Споживач стає свідоміший у сфері екологічної безпеки, здорового харчування, в цілому вбачає у органічній продукції перспективу і майбутнє та обирає її, відтак радить друзям та рідним. Сам факт створення екологічно-чистого продукту без

застосування хімічних добрив чи пестицидів приваблює увагу до цього виду підприємницької діяльності, та до самого продукту, виробленого нею. Попри війну і економічну нестабільність, Україна має гарні плодово-ягідні врожаї, котрі продає у мережах відомих магазинів, на ринках та експортує до країн світу та ЄС.

Список використаної літератури

1. Гармашов В.В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. Вісн. аграр. Науки. 2010. №7. С.11-14.
2. Держстат України. Статистичний збірник «Рослинництво України» - PlantGrowinginUkraine.Київ. 2023.С.181.
3. Калетнік Г.М., Лутковська С.М. Екологічна модернізація та органічне виробництво в системі екологічної безпеки: монографія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ. 2022. С. 356.
4. Кунділовська Т.А., Зеленянська Н.М. Формування ринку органічної продукції в Україні. Вісник соціально-економічних досліджень. 2018. № 4. С. 137-147.
5. Матвійчук Н. П. Функціонування галузі садівництва в умовах глобалізації. Науковий вісник Херсонського державного університету. 2017. Випуск 24. Частина 1. Херсон: ХДУ.С. 65–68.
6. Органічне садівництво – перспективний напрямок розвитку. Режим доступу: URL: <https://agrokraina.com.ua/plants/54-organichne-sadivnictvo-perspektivnij-napryamok-rozvitku.html>(дата звернення 30.08.2024)
7. Органічні продукти в Україні: модний хайп чи життєва необхідність? Режим доступу: URL:<https://brandstory.com.ua/istorii-brendov/organichni-produkti-v-ukraini-modnij-hajp-ci-zitteva-neobhidnist>(дата звернення 02.09.2024)
8. OrganicStandard. Режим доступу: URL : <https://organicstandard.ua> (дата звернення 04.09.2024).

Артемій ОПОЛЬСЬКИЙ⁴,

студент 2 курсу,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ

Анотація. Озимий ячмінь – важливий елемент продовольчої безпеки. Озимий ячмінь відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки

⁴Науковий керівник: Забарна Т.В., кандидат с.-г. наук, ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

України, будучи цінною зерновою культурою з широким спектром використання. Глибоке розуміння біології та морфології: Вирощування озимого ячменю потребує ґрунтового знання його біологічних та морфологічних особливостей, що дозволяє оптимізувати агротехнічні прийоми та отримувати високі й стабільні врожаї. Також озимий ячмінь має високу врожайність, економічну вигоду яка виражається в тому, що озимий ячмінь потребує значно менше витрат у вирощуванні порівняно з ярими культурами.

Annotation. Abstract. Winter barley is an important element of food security: Winter barley plays an important role in ensuring food security in Ukraine, being a valuable grain crop with a wide range of uses. Deep understanding of biology and morphology: Growing winter barley requires a well-founded knowledge of its biological and morphological features, which allows optimizing agrotechnical techniques and maintaining height and stability. Also, winter barley has a high yield, an economic benefit that is expressed in the fact that winter barley requires significantly less costs in cultivation compared to spring crops.

Вступ. Озимий ячмінь посідає одне з чільних місць серед зернових культур в Україні, відіграючи важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни.

Ця тема розкриває багатогранність озимого ячменю:

- Від морфології до агротехніки: занурення в глибини науки про цю цінну культуру.
- Від поля до столу: дослідження шляхів озимого ячменю від посіву до вашого столу.
- Від теорії до практики: поєднання знань і досвіду для отримання максимальних врожаїв.

Озимий ячмінь – Українське зернове багатство. Озимий ячмінь – невід’ємна частина українського сільськогосподарського ландшафту.

Його золотисті хвилі, що простягаються на безмежних полях, є свідченням родючості української землі та працьовитості народу. З давніх-давен ця культура забезпечує українців поживними продуктами.

Вирощування озимого ячменю – мистецтво, що потребує знань, досвіду та любові до землі. Сьогодні він відіграє важливу роль у продовольчій безпеці України. Його висока врожайність та стійкість до несприятливих умов робить озимий ячмінь незамінною сільськогосподарською культурою.

Земля для українського фермера – це не просто поле, а частинка душі. Він відчуває її силу, розуміє її потреби, веде з нею мову, адже саме вона дає йому силу та натхнення. Кожен врожай – це результат не лише знань та досвіду, а й щирої любові до своєї справи, до рідної землі.

Ґрунт. Озимий ячмінь найкраще росте на структурних, ґрунтах з високим вмістом калію, фосфору та натрію, а також з хорошими показниками вологості та повітропроникності.

Текстура. Ґрунт повинен бути пухким і мати дрібну або середню структуру, щоб забезпечити хороший дренаж та доступ повітря до коренів.

Вміст гумусу. Оптимальний вміст гумусу для озимого ячменю становить 2-3%. рН: Озимий ячмінь добре росте на ґрунтах з нейтральною або слаболужною реакцією (рН 6,2-7,2). Вміст поживних речовин: Ґрунт повинен мати достатній запас калію, фосфору та азоту.

Вологість. Озимий ячмінь потребує 70-80% вологості ґрунту протягом вегетаційного періоду.

Ось декілька ґрунтів, які підходять для вирощування озимого ячменю:

Чорноземи – мають високий вміст гумусу та поживних речовин і має хорошу структуру.

Сіроземи – даний тип ґрунтів має менший вміст гумусу, але теж добре підходять для озимого ячменю, якщо їх удобрити.

Піщані ґрунти – вони легкі та пухкі проте їм може не вистачати вологи та поживних речовин.

Глинисті ґрунти – ці ґрунти важкі та щільні, тому їх потрібно краще обробляти, для забезпечення дренажу та доступу повітря.

Підготовка ґрунту до сівби озимого ячменю. Підготовка ґрунту відбувається одразу після збору з поля попереднього врожаю. Основними цілями підготовчого етапу є:

- створення рівного, ущільненого насінневого ложа.
- накопичення поживних речовин та вологи у землі для появи рівномірних сходів.
- очищення території від бур'янів.

Перед тим, як сіяти озимий ячмінь, для випередження розвитку хвороб і шкідників потрібно обробити учасок. Найкращий тип ґрунту для культури – з високим вмістом калію, натрію та фосфору, хорошими показниками повітропроникності та вологості. Цих факторів можна досягти завдяки поверхневій обробці.

Етапи обробітку ґрунту:

1. Подрібнення стерні – післязбиральне луцення дисковими луцильниками та боронами.

2. Основний обробіток ґрунту – вирівнювання, ущільнення поверхні, оранка, фрезерування, дискування важкою бороною з дисками діаметром 72-73 см. Основний обробіток проводиться на глибину 18-30 см.

3. Передпосівний обробіток – культивація ділянки компактором для створення посівного ложа. Для цього використовують поверхневу культивацію, дискування легкими боронами, фрезерування.

4. Посів озимого ячменю за допомогою сівалки. Сівалка зі вбудованими дисковими боронами дає змогу не проводити попередню культивацію та каткування.

Для повноцінного обробітку знадобиться спеціальна техніка: культиватори з робочими органами плоскорізного типу, пружинні борони, колісні та гусеничні трактори.

Процеси вирощування озимого ячменю:

Сівба озимого ячменю – сівба це один з найважливіших етапів вирощування озимого ячменю, вона потребує високоро рівня знань про дану культуру. Загалом процес сівби можна розкласти на декілька етапів:

Вибір строку сівби: Оптимальні строки сівби озимого ячменю залежать від ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону. Зазвичай в Україні озимий ячмінь сіють з кінця вересня до середини жовтня. Важливо, щоб до початку стійких морозів рослини встигли сформувати 3-5 пагонів і добре укорінитися.

Вибір насіння – етап який впливає на: врожайність, якість зерна, стійкість до шкідників та хвороб. Тому використовують такі методи:

- Для сівби використовують насіння високих репродукцій, яке відповідає сортовим і посівним кондиціям.
- Насіння повинне бути добре очищене, протруєне фунгіцидами та інсектицидами.
- Перед сівбою насіння рекомендується прогріти протягом 2-3 діб при температурі 20-25°C.

Норма висіву – норма висіву озимого ячменю залежить від ґрунтово-кліматичних умов, способу сівби, якості насіння та запланованої урожайності. В Україні рекомендується висівати 4-5 млн схожих насінин на 1 га.

Спосіб сівби – Озимий ячмінь сіють рядковим способом з шириною міжрядь 15 см. Глибина загортання насіння на легких ґрунтах становить 4-5 см, на важких – 3-4 см.

Догляд за посівами – Після сівби проводять прикочування ґрунту.

У ранньовесняний період проводять боронування посівів для закриття вологи та знищення бур'янів.

У міру потреби проводять прополки, підживлення, захист від шкідників та хвороб.



Рис 1. Сівба озимого ячменю

Сходи озимого ячменю та процеси які проводять в даний період. Сходи озимого ячменю з'являються через 5-10 днів після сівби, за сприятливих умов – через 3-4 дні. У цей період важливо провести ряд заходів, щоб забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин:

1. Боронування:

Проводиться після появи сходів для руйнування ґрунтової кірки, що покращує доступ повітря та вологи до коренів та знищення бур'янів. Зазвичай проводять 1-2 боронування, залежно від стану ґрунту та забур'яненості посівів.

2. Підживлення:

У фазі 2-3 листків проводять перше підживлення азотними добривами. Це сприяє кущінню рослин та нарощуванню вегетативної маси. Дози добрив залежать від ґрунтово-кліматичних умов та запланованої урожайності.

3. Захист від хвороб та шкідників:

За потреби проводять обробку посівів фунгіцидами та інсектицидами. Важливо ретельно стежити за фітосанітарним станом посівів та вчасно вживати заходів для боротьби з хворобами та шкідниками.

4. Контроль за густотою сходів:

За надмірної густоти сходів проводять проріджування. Це дає можливість рослинам краще розвиватися, формувати потужнішу кореневу систему та давати більший урожай.

5. Моніторинг погодних умов:

Важливо стежити за прогнозом погоди та вчасно вживати заходів для захисту посівів від заморозків, посухи, надмірної вологи та інших несприятливих факторів.



Рис 2. Сходи озимого ячменю

Збір врожаю озимого ячменю:

Збирання врожаю озимого ячменю та процеси, які проводять в цей період. Збирання озимого ячменю – це відповідальний етап, від якого залежить якість та збереження врожаю.

Оптимальний час для збирання настає, коли вологість зерна знижується до 14-16%. Існує два основних способи збирання ячменю:

1. Роздільний спосіб: Спочатку скошують ячмінь жатками, а потім після підсихання обмолочують комбайнами. Цей спосіб дозволяє отримати більш якісне зерно, але він більш трудомісткий.

2. Пряме комбайнування: Збирання ячменю проводять комбайнами з жатками, які обладнані підбирачами. Цей спосіб менш трудомісткий, але він може призвести до погіршення якості зерна, якщо воно не дозріло або перезволене.

Під час збирання ячменю важливо:

- Правильно вибрати час збирання.
- Не допускати осипання зерна.
- Збирати ячмінь при сприятливих погодних умовах.
- Дотримуватися правил техніки безпеки.

Після збирання ячмінь:

- Очищають від домішок.
- Сушать до кондиційної вологості (14%).
- Зберігають у складах з дотриманням оптимальних умов (температура, вологість, вентиляція).

Ось декілька додаткових порад:

- Перед збиранням ячменю рекомендується провести десикацію, щоб прискорити дозрівання та знизити вологість зерна.
- Збирання ячменю рекомендується проводити вранці або ввечері, коли температура повітря невисока.
- Зібраний ячмінь рекомендується одразу очистити та просушити.
- Зберігати ячмінь рекомендується в добре провітрюваних складах.



Рис 3. Збір врожаю озимого ячменю

Висновки. Озимий ячмінь – культура, що поєднує в собі стійкість, невибагливість та високу продуктивність. Вирощування цієї культури – це не просто рутинна робота, а захоплюючий процес, що потребує знань, досвіду та уваги до деталей.

Список використаної літератури

1. Озимий ячмінь: технологія вирощування, норми та терміни висіву Смакота Ярослав <https://agroapp.com.ua/uk/blog/ozimij-yachmin-texnologiya-viroshhuvannya-normi-ta-termini-visivu/> (дата звернення 20.03.2024)
2. Технологія Хайвідо – стабільний урожай озимого ячменю. Сергій Мельничук. <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-hajvido-stabilnyj-urozhaj-ozymogo-yachmenyu/>(дата звернення 23.03.2024)
3. Жигунов Д.О.Волошенко О.С. Брославцева І.В.та ін.Технологія та оцінка якості зернових продуктів: монографія. 2021. 364 с.
4. Порівняльна врожайність сортів ячменю озимого в умовахфермерського господарства «Ранок» Нікопольського району Донецької області. Литвинюк. О.Ф. <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/3996/3/%>

[D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D1%8E%D0%BA_%D0%9E.%D0%A4..PDF](#)(дата звернення 23.03.2024)

5. Нагірний В.В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сортів ячменю озимого в умовах півдня України. 2020 https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%9D%D0%B0%D0%B3%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%92.%D0%92..pdf(дата звернення 21.03.2024)

Христина ПЕТЛІНСЬКА⁵,
студентка 3 року навчання,
факультет екології садівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

***Анотація.** За останні десятиріччя ріпак зміцнив свої позиції на міжнародному ринку олії і жирів. У Європі ріпакова олія має найбільші переваги за виробництва біодизельного палива і користується значним попитом. Директива ЄС щодо масштабного використання відновлюваних джерел енергії стимулює розвиток виробничих систем усередині і за межами ЄС, зокрема в Україні. За сучасних змін кліматичних умов, що супроводжуються збільшенням кількості та діапазону стресових факторів, виникла виробнича необхідність вивчення впливу регуляторів росту з антистресовою дією на розвиток рослин та формування продуктивності ріпаку озимого. Обов'язковою складовою технології вирощування ріпаку озимого в Правобережному Лісостепу України є використання ефективних рістрегулюючих фунгіцидів, які сприяють перезимівлі та в подальшому визначають врожайність культури. У науковій літературі чітких рекомендацій щодо виявлення ефективних рістрегулюючих фунгіцидів за вирощування нових адаптованих сортів і гібридів ріпаку озимого в Лісостепу України не виявлено, що визначає актуальність досліджень у цьому напрямі.*

***Ключові слова:** ріпак озимий, рістрегулюючі фунгіциди, урожайність.*

***Annotation.** Over the past decades, rapeseed has strengthened its position on the international oil and fat market. In Europe, rapeseed oil has the greatest advantages for the production of biodiesel fuel and is in significant demand. The EU directive on the large-scale use of renewable energy sources stimulates the development of production systems inside and outside the EU, in particular in*

⁵Науковий керівник: Колісник О.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Ukraine. Due to modern changes in climatic conditions, accompanied by an increase in the number and range of stress factors, there was an industrial need to study the effect of growth regulators with anti-stress effect on plant development and the formation of productivity of winter rapeseed. A mandatory component of the winter rapeseed cultivation technology in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine is the use of effective re-regulating fungicides, which contribute to overwintering and subsequently determine the yield of the crop. In the scientific literature, clear recommendations regarding the identification of effective re-regulating fungicides for the cultivation of new adapted varieties and hybrids of winter rape in the forest-steppe of Ukraine were not found, which determines the relevance of research in this direction.

Key words: *winter rapeseed, re-regulating fungicides, productivity.*

Вступ. За останні десятиріччя ріпак зміцнив свої позиції на міжнародному ринку олії і жирів. У Європі ріпакова олія користується найбільшою перевагою за виробництва біодизельного палива і має значний попит. Директива ЄС щодо масштабного використання відновлюваних джерел енергії стимулюють розвиток виробничих систем всередині і за межами ЄС, зокрема в Україні [1].

За сучасних змін кліматичних умов, які супроводжуються збільшенням кількості та діапазону стресових факторів, виникла виробнича необхідність вивчення впливу регуляторів росту з антистресовою дією на розвиток рослин та формування продуктивності ріпаку озимого.

Особливістю культури ріпаку озимого є тривалий період осінньої вегетації результати якого визначають рівень перезимівлі посіву, динаміку весняного росту та розвитку рослин. Належність виду *Brassica* до групи розеточних, обумовлює специфіку цього періоду, передусім, як підготовчого для проходження процесів зимівлі [4, 7].

Наявність тісної кореляції між параметрами вегетативного розвитку рослин, тривалістю осінньої вегетації й рівнем конкуренції в одновидовому ценозі зумовлюють необхідність оптимізації умов осіннього розвитку рослин, передусім за рахунок використанням рістрегулюючих фунгіцидів [5, 8].

Мета досліджень полягає в ідентифікації гібридів ріпаку озимого щодо особливостей формування врожаю, його стабільності та пластичності в посухостійких агрокліматичних умовах, що були проведені на дослідних ділянках Вінницького національного аграрного університету с. Агрономічне Вінницького району, пошук шляхів підвищення продуктивності гібридів ріпаку озимого на основі встановлення особливостей росту, розвитку рослин, проходження продукційного процесу, визначення економічної ефективності виробництва залежно від застосування рістрегулюючих фунгіцидів з антистресовою дією в умовах Правобережного Лісостепу України.

Відповідно до зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- вивчити особливості формування врожаю гібридів ріпаку озимого його стабільності та пластичності в агрокліматичних умовах України;
- провести оцінювання ефективності впливу рістрегулюючих фунгіцидів на перезимівлю та формування продуктивності гібридів ріпаку озимого;
- провести економічну оцінку елементів технології вирощування ріпаку озимого.

Виклад основного матеріалу. Специфіка культури ріпаку озимого зумовлена його гібридним походженням, при якому рівень виявлення характеристик озимості визначається участю геному *Brassica campestris* L. Щодо характеристик останнього, то сформована на його основі культура ріпаку польського здатна успішно зимувати навіть в суворих умовах Фінляндії, Естонії та Швеції [3, 6]. Наразі поширення економічно та технологічно більш привабливої культури ріпаку озимого (порівняно з ярими) у Північних областях України блокується саме низьким рівнем перезимівлі. Середньостатистично кожні 3 роки із 5 є малосприятливими для перезимівлі [2, 3, 6]. Такий стан визначає низьку розповсюдженість культури у цьому регіоні та практичну відсутність програм страхування посівів. Основними факторами, що визначають умови перезимівлі культури в регіоні, є загальна тривалість зимового періоду, діапазон коливання температур, наявність снігового покриву тощо.

Додатковим фактором, що обмежує розповсюдження культури, є комплекс умов ранньовесняного періоду. Так, за дослідженнями [2, 4], найбільший відсоток втрат рослин у посівах ріпаку відбувається саме в цей період. Такий стан зумовлений значним рівнем ослаблення та пошкодження рослин упродовж зимівлі, пізніше під час тривалого періоду «холодного ґрунту» на фоні суттєвих перепадів денних та нічних температур.

Найбільш раннє відновлення вегетації рослин на ділянках досліду 5 березня було відмічено у 2024 році. Початок відновлення відповідав середньо багаторічному, а саме першій декаді квітня. Додатковими умовами, що сприяли досить успішному проходженню рослинами зимівлі була наявність стійкого снігового покриву, що сформувався у першій декаді грудня. Мінімальні температури у безсніжний період вегетації (3-тя декада листопада) не опускались нижче -10 °C за середньорічних $-22,5$ °C. Дані щодо показників густоти стояння рослин на ділянках досліду (у середньому за три роки) наведені у табл. 1.

Отже, за фактором А істотно меншу густоту стояння рослин було сформовано за сівби насінням гібридів Екзекутів (0,4 млн. шт./га). Істотно вищі за контрольний варіант (Сенатор Люкс) значення було отримано за сівби

насінням гібридів Ексел (0,59-0,60 млн шт./га). У решти сортозразків перезимувала більша кількість рослин, але в межах показника достовірності.

Таблиця 1

Густота стояння рослин ріпаку на час відновлення вегетації залежно від рістрегулюючих фунгіцидів

Гібрид/сорт	Густота стояння за обробки рістрегулюючими фунгіцидами млн шт./га			Х ср, млн шт. /га
	Фолікур (к)	Карамба Турбо	Сетар	
Сенатор Люкс (к)	0,49	0,54	0,45	0,49
Ексел	0,60	0,62	0,55	0,59
Екзекютів	0,49	0,55	0,47	0,50

Зрідження рослин у процесі їх перезимівлі має надзвичайно нерівномірний характер, що відображує мікрорельєф поля, особливості його розташування, а саме домінуючого напрямку вітрів, експозиції й крутизни схилів тощо [4]. Ці особливості і визначають куртинний характер перезимівлі, за якого ділянки зі зниженою густотою рослин чергуються з ділянками, які мають близькі до початкового (на час закінчення осінньої вегетації) показники густоти стояння рослин. У обох випадках значна частина рослин, що відновили вегетацію, мають пошкодження кореневої системи та знижений рівень життєздатності.

За цих умов наступним етапом формування густоти посіву є залучення процесів елімінації із популяції ослаблених рослин. У першу чергу це відбувається за рахунок відмирання рослин із високим та середнім рівнем пошкодження кореневої системи. Особливо інтенсивні процеси відмирання спостерігаються в роки з інтенсивним наростанням середньодобових температур, що поєднувалися з весняними суховіями.

Визначені у попередньому розділі показники структури посіву свідчать, що різниця у кількості бокових пагонів (як одиниці реалізації генеративних функцій) на рівні окремих рослин визначається особливостями генотипу, а на рівні популяції (посіву) інтенсивністю саморегулюючих процесів. За цих умов кількість плодів, що формується на одній рослині та на одиниці площі, буде визначатися різними механізмами та мати різний вплив на кінцеві показники урожайності.

Дані щодо кількості стручків на одну рослину наведені в табл. 3.3, де середній показник для дослідів становить 164,4 шт./рослину.

Ураховуючи достатній для формування повноцінного генетичного спектру перелік гібридів, типові умови вирощування, зокрема погодні, ця кількість може визначатись як середня для існуючої культури ріпаку озимого в зоні правобережного Лісостепу. У розрізі окремих гібридів діапазон мінливості

ознаки становив близько 180 % змінюючись від 145,4 для гібрида Екзекютів до 166,3 шт./рослину.

Таблиця 2

Кількість стручків на рослинах гібридів ріпаку озимого залежно від застосування препаратів, шт.

Гібрид/сорт (фактор А)	Рістрегулюючий фунгіцид (фактор Б)			
	Фолікур	Карамба Турбо	Сетар	Х ср
Сенатор Люкс	136,8	143,3	149,5	143,2
Ексел	159,9	159,2	179,8	166,3
Екзекютів	138,3	148,3	149,6	145,4

Такий стан може пояснюватися низькою густотою ділянок після перезимівлі та низьким рівнем внутрішньовидової конкуренції у догенеративний період розвитку.

Додатковим механізмом реалізації генеративного потенціалу гібридів ріпаку озимого є регуляція кількості насіння в межах плоду. Еволюційно здатність до регулювання кількості насіння в плодах забезпечує підтримку генетичної гетерогенності виду за рахунок збереження генів рослин, здатних вегетувати у відмінних від основного ареалу умовах [2, 7]. Загалом при високому рівні генетичної фіксованості анатомічних та морфологічних параметрів плоду більшість сучасних доместикованих видів характеризується досить широким діапазоном мінливості кількісних параметрів плодів та насіння.

Важливим для розуміння процесів управління продуктивністю посівів ріпаку озимого є оцінка значень показника маси 1000 шт. насіння. Ріпак порівняно з іншими технічними культурами характеризується здатністю до формування 6-10 тис. шт. насінин/м². За цих умов навіть незначне збільшення показника забезпечує суттєву прибавку урожаю та зростання виходу олії з одиниці площі.

Аналогічно до інших с.-г. культур значення показника маси 1000 шт. насінин ріпаку визначається природою генотипу, комплексом абіотичних факторів середовища, початковою фазою та інтенсивністю конкурентних відносин у ценозі [3].

Найвищими показниками маси 1000 шт. насінин ($\geq 4,30$ г) характеризувалися гібрида Екзекютів. Мінімальні значення ($\leq 3,70$ г) мали сорт-контроль Сенатор Люкс та гібрид Ексел (табл. 3.).

У розрізі препаратів вищі показники забезпечувалися використанням Фунгіциду Фолікур – 4,2 г. Для препаратів Карамба Турбо та Сетар значення показників становили 4,0 та 4,1 г відповідно. Дія препаратів забезпечувала приблизно однаковий рівень генетичної мінливості на рівні 18-23 %.

Аналіз даних свідчить, що ознака високої маси 1000 шт. насінин, передусім у гібрида Екзекютів, має переважно генетичну основу, оскільки поєднується з мінімальними показниками кількості насіння у стручку (10,43

шт./плід, порівняно з 12,30 шт./плід у середньому для досліду), нижчим від середнього значення показником кількості плодів на рослині та зниженою здатністю рослин до формування бокових пагонів.

Таблиця 3

Значення показника маси 1000 шт. насінин гібридів ріпаку озимого залежно від використання рістрегулюючих фунгіцидів, г

Гібрид/сорт (фактор А)	Рістрегулюючий фунгіцид (фактор Б)			X ср
	Фолікур (к)	Карамба Турбо	Сетар	
Сенатор Люкс (к)	3,68	3,7	3,72	3,7
Ексел	3,8	3,5	3,8	3,7
Екзекютів	3,7	3,5	3,6	3,6

Додатковими факторами цієї ознаки були низький рівень густоти рослин у посіві та високі темпи елімінації ослаблених рослин переважно в ювенільних та віргінільних фазах розвитку.

Аналіз параметрів розвитку рослин решти генотипів із вищими за середні показниками маси насіння свідчить про переважаючий вплив умов середовища у формуванні показника маси 1000 шт. насінин.

Основним показником рівня адаптованості гібридів до умов зони вирощування та ефективності застосування рістрегулюючих фунгіцидів є урожайність насіння та його олійність. За результатами державного сортовипробування потенціал культури ріпаку озимого в зоні Лісостепу України становить 4,0–4,5 т/га. Середня урожайність виробничих посівів за останні 5 років коливалася в діапазоні 2,7-3,2 т/га [8].

В умовах досліду середня урожайність становила 3,17 т/га, змінюючись від 2,78-2,91 т/га, табл. 4.

Таблиця 4

Урожайність гібридів ріпаку озимого залежно від застосування препаратів, т/га

Гібрид/сорт (фактор А)	Рістрегулюючі фунгіциди (фактор Б)			Середнє	+ до контролю
	Фолікур (к)	Карамба Турбо	Сетар		
Сенатор Люкс (к)	2,47	2,29	2,21	2,32	-
Ексел	3,14	3,34	2,93	3,13	0,81
Екзекютів	3,03	2,48	2,36	2,63	0,32
HiP _{0,5}	0,8	0,11	0,9		

Суттєво вищий показник урожайності пояснюється задовільним рівнем перезимівлі та сприятливими умовами початку вегетації. Так, динаміка середньодобових температур 2-ї та 3-ї декади травня становила +4,3 та +4,4 °С відповідно. Крім того, в другій декаді березня було відмічено 4 дні з опадами. За цих умов посіви зберегли близький до показників початку вегетації рівень густоти рослин, а затримка у фазі галушення забезпечила формування високої щільності пагонів на одиниці площі.

Використання для осінньої обробки препарату Карамба Турбо (порівняно із варіантом Фолікур) забезпечувало формування вищої урожайності (на 5 і більше відсотків) у сорту Сенатор Люкс, гібридів Екзел та Екзекутів. Вища ефективність застосування рістрегулюючого фунгіциду Сетар була відмічена лише для гібрида Екзел. У середньому для дослідів використання препарату Карамба Турбо забезпечувало прибавку урожаю на 6,6 %. Використання препарату Сетар було менш ефективним (-5,1 %) порівняно із контролем (Фолікур).

Як зазначалося раніше, сполуки, що входять до складу антистресантів, безпосередньо не використовуються рослинами в процесах формування поживних речовин ендосперму або зародка. Застосування антистресантів сприяє покращенню обмінних процесів, більш ефективній витраті води, мінеральних речовин та продуктів фотосинтезу. Разом це забезпечує позитивні зміни у значеннях більшості показників, що визначають продуктивність рослин. Важливою характеристикою антистресантів є здатність до підвищення концентрації у плодах основних груп запасних поживних речовин, зокрема жирів.

Загальна динаміка показника вмісту олії в насінні ріпаку під дією різних препаратів показана в табл. 5.

Середній для дослідів показник олійності насіння становив 45,41 %. Діапазон річних коливань становив 2,7 % у абсолютних показниках, змінюючись від 45,26 % у високо урожайному 2024 році до 47,92 % у мінімальній за показником урожайності.

Таблиця 5

Вміст олії у насінні ріпаку озимого залежно від використання препаратів регуляторів росту з антистресовою дією, %

Гібрид/сорт	Рістрегулюючі фунгіциди				
	Фолікур (к)	Карамба Турбо	Сетар	Х ср	± до контролю
Сенатор Люкс (к)	43,86	44,34	45,26	44,48	-
Екзекутів	46,15	47,21	47,95	47,10	2,62
Ексел	44,39	45,09	44,47	44,65	0,17

Як і в попередньому досліді, за суттєвої різниці між показниками вмісту олії у окремі роки рейтинг гібридів не змінювався. У порядку зменшення значень показника гібриди розташовувалися таким чином: Екзекутів – 47,10 %; Сенатор Люкс – 44,48 %. У розрізі препаратів та варіантів контролю рейтинг гібридів не змінювався також.

Висновок. Наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми щодо оптимізації технології вирощування ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. В основу технології покладено вивчення таких факторів, як: пластичність та стабільність урожайності гібридів за різних агрокліматичних умов, вплив рістрегулюючих фунгіцидів на продуктивність ріпаку озимого. Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Осіння обробка фунгіцидами забезпечує покращення показників розвитку рослин, вирівнювання структури та сповільнення процесів самозрідження посівів. Найкращий ефект забезпечувала обробка препаратом Карамба Турбо. Найменші показники осіннього зрідження на цьому варіанті (<0,5 %) мав сорт Сенатор Люкс. Цей же препарат забезпечував вищі показники передзбиральної густоти посіву +9,8 та 12,1 % до препаратів Фолікур та Сетар відповідно. Максимальні показники виживаності рослин, більше 70 % та передзбиральної густоти > 430 рослин/м² мали гібрида: Ексель.

2. За показником урожайності кращі результати було відмічено за використання препарату Карамба Турбо. Прибавка порівняно із препаратом Фолікур становила +6,26 % та +12,42 % порівняно із препаратом Сетар. Діапазон середньої урожайності гібридів змінювався. Найвищу врожайність на варіанті з обробкою препаратом Карамба Турбо забезпечували: Ексел – 3,34; Екзекутів – 2,48 т/га; Сенатор Люкс – 2,29.

3. Розраховано, що найвищий розрахунковий показник вміст олії у насінні ріпаку забезпечують Сенатор Люкс – 44,34 %; Ексел – 47,21 % Екзекутів – 45%. Вони перевищували сорт-стандарт Сенатор Люкс. Порівняно з варіантом контролю із обробкою ділянок препаратом Фолікур використання препарату Карамба Турбо забезпечило збільшення показника продуктивності гібридів на 0,2 %, препарату Сетар – зменшення на 0,1 %.

Список використаної літератури

1. Калетник Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні : монографія. Київ. Аграрна наука, 2008. 464 с.
2. Мельник А. В., Бондарчук І. Л., Присяжнюк О. І. Кластерний аналіз урожайності сортів та гібридів ріпаку озимого в різних агрокліматичних зонах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 1–2. 2017. С. 7-12.
3. Мацера О. Енергетична ефективність вирощування озимого ріпаку залежно від елементів технології. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Корми і кормовиробництво Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України, № 87, 2019. С. 87-93.
4. Новохижній М. В., Коваленко А. М., Коваленко О. А., Тимошенко Г.З. Продуктивність та стійкість ріпаку озимого за різних технологій вирощування в Південному Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2012. № 17. С. 121-125.
5. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Залежність системи удобрення та продуктивності ячменю ярого. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2012. Вип. 6 (68). С. 35-43.
6. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннезнавства (теорія, методологія, практика). Вінниця: «Друк», 2022. 392 с.
7. Ходаницька О.О., Колісник О.М. Вплив регуляторів росту на процеси проростання насіння кукурудзи. *Trends of modern science* 2020. May 30 June 7, С. 38-40.
8. Мацера О.О. Формування елементів структури врожаю озимого

ріпаку залежно від системи удобрення. Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції «Екологічні проблеми сільського виробництва», Вінниця, 2016. С.38-40.

Владислав ПРИСЯЖНЮК⁶,
студент 5 курсу денної форми навчання,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ВИВЧЕННЯ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ОЗНАК, КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ

***Анотація.** За обсягами виробництва, серед дев'яти провідних країн-виробників сої у світі, Україна посідає перше місце в Європі. Серед найважливіших факторів ефективного виробництва сої провідне місце належить сортовим ресурсам. Виділені колекційні зразки різного еколого-географічного походження зі стабільно високим рівнем селекційної цінності. За масою насіння з рослини у групі скоростиглих сортів за період 2023-2024 рр. виділилися сорти Київська-98 та Устя. За масою 1000 зерен у групі скоростиглих сортів виділилися сорти Анжеліка та Устя.*

***Ключові слова:** соя, сорт, продуктивність, висота, зерно.*

***Annotation.** In terms of production volumes, among the nine leading soybean-producing countries in the world, Ukraine ranks first in Europe. Varietal resources take the leading place among the most important factors of efficient soybean production. Collected specimens of various ecological and geographical origins with a consistently high level of breeding value were selected. According to the mass of seeds per plant, in the group of precocious varieties for the period of 2023-2024, Kyivska-98 and Ustya varieties stood out. According to the weight of 1000 grains, Anzhelika and Ustya varieties stood out in the group of early ripening varieties.*

***Keywords:** soybean, variety, productivity, height, grain.*

***Вступ.** У світовому землеробстві проблема виробництва білка вважається першочерговою й це характерно як для минулого, так і нинішнього століття. Тому пошук джерел одержання та ефективного використання високобілкових рослинних ресурсів є актуальним для всього людства, і в тому числі – для населення України. Первинним джерелом білків є рослина. А найбільш цінною за білковим складом серед всіх культивованих культур є соя [1].*

Досить важливо, що вона за один вегетаційний період дає два врожаї – білка (38-42 %) та олії (18-23 %). Соя забезпечує понад 1,2 тонни білка з 1 га

⁶Науковий керівник: Мазур О.В., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

посіву, що добре засвоюється і розчиняється у воді. За вмістом незамінних амінокислот він багатший за зерно злакових культур. Сою використовують у тваринництві по-різному: борошно, соєвий шрот, олія, зелений корм, сінаж, силос, солома тощо. З зерна сої виготовляють також молоко, сир, кондитерські вироби, харчове борошно.

Так, наприклад, Роберт Спірс, член DinwiddieCountyFarmBureau, виділив сою як культуру, яка потребує не дуже багато «вкладів» у вирощування і ціни на неї досить високі. Також, як сказав Спірс, позитивним у вирощуванні сої є те, що вона не потребує додаткового внесення азоту [2].

Мета роботи – провести фенологічні спостереження і біометричні дослідження сортів сої, вивчити міжсортіві відмінності рослин сої за проявом господарських ознак для цілеспрямованого застосування у селекційній практиці при створенні нових сортів сої.

Завдання:

1. провести польові дослідження сортів сої;
2. вивчити їхні відмінності за довжиною вегетаційного періоду;
3. провести біометричні дослідження і розподілити дані сорти за господарськими ознаками;

Сіяли сою за рівнем термічного режиму ґрунту 10-12°C на глибині загортання насіння і стійкому підвищенні середньодобових температур, повітря. Площа облікової ділянки 1,8 м². Ширина міжряддя 45 см, відстань між насіннями в рядку 5 см, глибина загортання насіння 4 см.

Фенологічні спостереження проводили згідно «Методики Держсортівипробування сільськогосподарських культур» (2000).

Виклад основного матеріалу. Ми вивчили та описали компоненти зернової продуктивності рослин сої, і порівняли сорти за господарсько-цінними ознаками. У скоростиглій групі за висотою рослин кращими були сорти Діона та Київська 98–75,4 і 74,2 см відповідно. Сорт Анжеліка мав висоту 70,6 см, висота сорту Устя склала 72,2 см. Нижчим за висотою рослин порівняно із сортами відмітився сорт Алмаз з висотою 65 см (табл. 1).

Таблиця 1

Висота рослин та висота прикріплення нижніх бобів скоростиглих сортів сої

Сорт	Ознаки		Тривалість вегетаційного періоду, днів
	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижніх бобів, см	
Анжеліка	70,6±1,83	9,2±1,32	106
Устя	72,2±2,63	8±0,95	106
Діона	75,4 ±0,93	13,6±0,93	104
Алмаз	65±3,08	11,25±1,11	103
Київська 98(st)	74,2 ± 2,27	12,6±1,03	104

Примітка: st – сорт-стандарт

Подібна закономірність у сортів Київська 98 та Діона проявлялась і за висотою прикріплення нижніх бобів. У сорту Діона цей показник склав 13,6 см, а у сорту Київська 98 – 12,6 см. Не показали себе сорти Устя – 8 см та Анжеліка – 9,2 см. Сорт Алмаз зайняв проміжне положення – 11,25 см.

Кращим за висотою рослин та прикріплення нижніх бобів був сорт Діона. Менша висота відмічена у сорту Алмаз – 65 см. За висотою прикріплення нижніх бобів відстав від інших сорт Устя – 8 см.

Число продуктивних вузлів стебла є важливим елементом продуктивності рослин сої (табл. 2).

Таблиця 2

Середні значення компонентів зернової продуктивності скоростиглих сортів сої

Сорт	Кількість продуктивних вузлів, шт.	Фактичні значення t-критерія Стьюдента за кількістю продуктивних вузлів	Кількість насінин з рослини, шт.	Фактичні значення t-критерія Стьюдента за кількістю насінин з рослини
Анжеліка	8,60±0,87	0,99	30,00±2,37	3,61
Устя	10,60±0,60	1,27	33,00±2,98	2,62
Діона	8,80±0,84	1,26	31±1,92	3,58
Алмаз	10,50±1,55	0,55	32,50±3,62	2,48
Київська 98(st)	9,60±0,51	-	44,60±3,28	-
(t ₀₅) – 2,31				

За кількістю продуктивних вузлів відмітився сорт Устя, у якого цей показник становив 10,6 шт. Подібну кількість продуктивних вузлів відмічено у сорту Алмаз – 10,50 шт. У сорту Київська 98 кількість продуктивних вузлів – 9,6 шт., а Анжеліка та Діона – 8,6 шт. та 8,8 шт.

Результати наших досліджень по визначенню маси насінин та маси 1000 насінин у рослин сої подано у таблиці 3. У скоростиглій групі в 2022 році за масою насіння з рослини істотної різниці між сортами не спостерігалось як при порівнянні між собою, так і при порівнянні їх до сорту-стандарту. Проте сорт-стандарт все ж виділився за масою насіння з рослини – 6,81г. Дещо різнилися від нього показники сортів Устя (6,70 г), Анжеліка (6,52 г) та Діона (6,25 г). Не виділився у даній групі сорт Алмаз, з показником 5,64 г.

У 2024 році показники маси насіння з рослин були нижчими, ніж у 2023 році. Так, сорти Алмаз та Діона показали досить низькі результати порівняно з показниками попереднього року (3,32 г та 3,66 г відповідно). Дані результати істотно відрізнялись від показника сорту-стандарту (Київська 98-5,45 г).

Маса насіння з рослини та маса 1000 зерен у сортів сої

Сорт	2023		2024		Тривалість вегетаційного періоду, днів
	Маса насіння з рослини,г	Маса 1000 зерен, г	Маса насіння з рослини,г	Маса 1000 зерен, г	
Анжеліка	6,52	205,57	5,22	171,31	106
Устя	6,70	193,96	5,36	161,63	106
Діона	6,25	130,23	3,66	108,52	104
Алмаз	5,64	125,46	3,32	104,55	103
Київська 98 (st)	6,81	143,99	5,45	119,99	104

Також сорт Алмаз істотно відрізнявся від сорту Устя (5,36 г). Сорти Анжеліка, Устя та Київська 98 були майже на одному рівні за показником маси зерна з рослини. Можна сказати, що за даними двох років добре показав себе сорт-стандарт Київська 98, а не виділився сорт Алмаз, який за показниками двох років поступився іншим за масою насіння з рослини.

Висновки. За висотою рослин у скоростиглій групі кращими були сорти Діоната Київська 98–75,4 і 74,2 см відповідно; За висотою прикріплення нижніх бобів у скоростиглій групі виділились сорти Діона, у якого цей показник склав 13,6 см, та сорт Київська 98–12,6 см. За числом продуктивних вузлів кращим виявився сорт Устя, середня кількість бобів якого становила 10,6 шт. Майже таке ж значення мав сорт Анжеліка – 10,50 шт. За масою насіння з рослини у групі скоростиглих сортів за період 2023-2024 рр. виділились сорти Київська-98 та Устя. За масою 1000 зерен у групі скоростиглих сортів виділились сорти Анжеліка та Устя.

Список використаної літератури

1. Stock, H. Analyse der Ertragsstruktur von Sojabohnen (*Glycine max* L. L.) auf einem Standard in mitteldeutschen Trockengebiet. *Bodenkultur*. 1996. Vol. 47. P. 23-33.
2. Andres, A., Zernova, O.V., Ulanov, A.V., Lygin, A.V., Widholm, J.M., Lozovaya, V.V. Expression of genes regulating phenolic metabolism in soybean hairy roots. *Soy 2002. Program and proceedings for 9th Biennial Conference of the Cellular and Molecular Biology in Soybean*. Lexington, Kentucky. 2002. p. 502.
3. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. перший. К., 2000. 100 с.
4. Лаврова Г.Д. Вивчення зразків національної колекції сої з метою використання в селекції крупнонасінних сортів. *Генетичні ресурси рослин*. 2008. №6.С. 56-62.

Вікторія ПРОТАСОВА⁷,
студентка3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ РОСЛИН САЛАТУ ПОСІВНОГОВ УМОВАХ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

***Анотація.** У цьому дослідженні вивчаються особливості росту, розвитку та формування врожайності салату в теплиці. Виявлено, що фактори навколишнього середовища, які впливають на ріст, розвиток і продуктивність салату, можна контролювати в умовах закритого ґрунту. Показано значення та поширення салату у світі. Підкреслено, що популярність салату пояснюється не тільки його поживною цінністю, але й кулінарною різноманітністю. Зі збільшенням використання контрольованих середовищ, таких як теплиці та системи закритого ґрунту, все більш важливим стає розуміння того, як температурні умови впливають на врожайність та якість салату. Доведено, що контрольовані фактори навколишнього середовища впливають на ріст і дозрівання салату в обмеженому просторі: світло, температура, вологість, теплообмін і концентрація вуглекислого газу (CO₂). Оптимізація температурного контролю виявилася важливою для вирощування салату в теплицях.*

***Ключові слова:** закритий ґрунт, салат посівний, температурний режим, врожайність.*

***Annotation.** This study investigates the growth, development, and yield formation of lettuce in a greenhouse. It was found that the environmental factors that affect the growth, development, and productivity of lettuce can be controlled in a greenhouse. The importance and distribution of lettuce in the world is shown. It is emphasized that the popularity of lettuce is explained not only by its nutritional value, but also by its culinary diversity. With the increasing use of controlled environments, such as greenhouses and indoor systems, it is becoming increasingly important to understand how temperature conditions affect the yield and quality of lettuce. Controllable environmental factors have been shown to influence the growth and maturation of lettuce in a confined space: light, temperature, humidity, heat transfer, and carbon dioxide (CO₂) concentration. Optimizing temperature control has proven to be important for growing lettuce in greenhouses.*

***Keywords:** closed soil; ripening of lettuce; temperature regimes; productivity.*

***Вступ.** Салат – це культура, яку вирощують у багатьох країнах світу, з коротким вегетаційним періодом і кількома врожайми на рік, він є чудовим*

⁷Науковий керівник: Паламарчук І. І., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

вибором для великих фермерів, які прагнуть урізноманітнити свою стратегію вирощування культур закритого ґрунту. Однак вирощування салату не є складним завданням. Перш за все, важливо постійно підтримувати культуру в добре зволоженому стані та захищати її від теплового стресу. Не менш важливими факторами для росту, розвитку та врожайності салату є контроль живлення рослин під час вегетації та захист від хвороб і шкідників. У цій сфері платформи точного землеробства надають фермерам практичну, актуальну інформацію, яка допомагає їм вирощувати та збирати врожай салату вищої якості та ринкової вартості.

Метою даної статті є дослідження особливостей росту, розвитку та формування врожаю салату посівного в умовах закритого ґрунту.

Виклад основного матеріалу. Загальновідомо, що салат є однією з найпоширеніших і найцінніших овочевих культур в Україні та за її межами. Вирощують салат як у відкритому, так і у закритому ґрунті. Умови закритого ґрунту дають можливість вирощувати салат цілорічно, створюючи при цьому відповідний мікроклімат, який необхідний рослинам для формування високих врожаїв з відмінними якісними та біометричними показниками.

Температура є одним з основних факторів середовища, що впливає на ріст салату посівного в умовах закритого ґрунту. Під час вирощування в закритому ґрунті, де є можливість у вищій мірі контролювати параметрами навколишнього середовища, ніж за вирощування у відкритому ґрунті, зокрема температурний режим, щоб максимізувати такі показники, як врожайність і якість врожаю.

Окрім того, важливим чинником при вирощуванні салату в умовах закритого ґрунту є фотосинтез. Варто зазначити те, що фотосинтез є дуже залежним від температури процесом. Салат є рослиною метаболізму та має чудову фотосинтетичну ефективність при помірних температурах, зазвичай між 15°C і 25°C. Надто високі чи надто низькі температури можуть знизити ефективність фотосинтезу і тим самим обмежуючи ріст рослин.

Як відомо, клітинне дихання необхідне для підтримки життєдіяльності рослин, посилюється з підвищенням температури. Однак надмірне дихання, особливо при високих температурах, може використовувати запаси вуглеводів швидше, ніж вони можуть бути вироблені, що призводить до зменшення росту салату [5].

В умовах закритого ґрунту існує метод контролю температури шляхом встановлення різних температур залежно від часу доби. Відповідно цей метод контролю температури посилює фотосинтез, сприяє транслокації фотостатів і зменшує споживання через темнове дихання, що своєю чергою призводить до підвищення продуктивності.

Слід пам'ятати про те, що невідповідна інтенсивність освітлення може створити несприятливі умови для росту салату посівного. Важливо врахувати той факт, що фотосинтез в листах салату посівного відбувається шляхом споживання світлової енергії. Загальновідомо, що зі збільшенням інтенсивності світла чиста швидкість фотосинтезу збільшується. Однак невідповідна

інтенсивність світла може обмежити процес асиміляції вуглецю та зменшити швидкість фотосинтезу. Саме через це рослини не використовують все поглинене світло для фотосинтезу. Коли поглинена світлова енергія перевищує фотосинтетичну здатність, салат вивільняє частину енергії у вигляді тепла. Крім того, надмірна інтенсивність світла може пошкодити салат, що відображається певними показниками, такими як опік кінчика.

Швидкість фотосинтезу, ширина листя, свіжа маса, розчинний цукор, розчинний білок і вміст аскорбінової кислоти в листах салату посівного збільшувалися зі збільшенням інтенсивності світлодіодного світла.

Слід врахувати те, що салат сильно реагує на перепади температури, що може вплинути як на кількість, так і на якість врожаю. Оптимальна температура для вирощування салату дещо відрізняється залежно від сорту, але зазвичай становить від 15°C до 20°C вдень і від 10°C до 15°C вночі. Ці температурні режими сприяють збалансованому росту, зменшують тепловий стрес і покращують якість листя [2].

Потрібно наголосити на тому, що температура вище 25°C може спричинити тепловий стрес у салаті посівного, що може призвести до зниження росту та врожаю даної рослини. Тривала дія високих температур може спричинити передчасне утворення стебла (скручування), що призводить до зниження якості продукту. Крім того, високі температури можуть негативно вплинути на вміст антиоксидантів та інших корисних сполук, змінюючи поживний профіль салату посівного.

Важливо вказати на те, що температура нижче 10°C значно сповільнює ріст рослин. Хоча салат може переносити прохолодні температури, занадто низькі температури можуть спричинити охолодження, яке проявляється у вигляді некрозу листя та підвищеної сприйнятливості до хвороб. Однак низькі нічні температури можуть сприяти якості продукту, покращуючи свіжість і термін зберігання листя.

Беззаперечним фактом є те, що якість салату визначається не лише масою та об'ємом врожаю, а й сенсорними та поживними характеристиками, на які впливає температура.

Важливим чинником є споживчі властивості. Так, хрусткість салату – це якість, яку високо цінують споживачі, і на неї може впливати температура. Надзвичайно висока температура робить листки більш м'якими, тоді як помірні температури та повільніші режими росту сприяють хрусткості.

Важливим показником якості салату посівного є колір листків. Оптимальні температури сприяють яскравій рівномірній зелені, тоді як екстремальні температури можуть спричинити зміну кольору, обпалені краї або потемніння.

Треба мати на увазі, що салат, вирощений за оптимальних температур, має тенденцію підтримувати вищий рівень фенольних сполук, антоціанів та інших корисних поживних речовин. Занадто високі температури можуть знизити вміст вітаміну С та інших антиоксидантів, погіршуючи поживну цінність листків салату.

Щоб оптимізувати врожайність і якість салату посівного, котрий вирощується в закритому ґрунті важливо прийняти ефективні стратегії управління температурою [1].

Використання систем HVAC (опалення, вентиляції та кондиціонування повітря) дозволяє підтримувати стабільну рівномірну температуру в закритому ґрунті для вирощування. Це особливо важливо для того, щоб уникнути перепадів температур, які можуть викликати стрес у рослин.

Трохи знизивши температуру вночі, можна підвищити якість продукту без шкоди для врожаю. Такий підхід імітує природні умови та сприяє більш збалансованому росту.

Впровадження передових датчиків і систем моніторингу дозволяє контролювати температуру в режимі реального часу і миттєво коригувати її. Це важливо для запобігання ситуацій термічного стресу та оптимізації умов росту салату в закритому ґрунті.

Таким чином температура є вирішальним фактором при вирощуванні салату посівного в умовах закритого ґрунту. Точне регулювання теплових режимів дозволяє не тільки максимізувати вихід продукції, але й значно підвищити якість кінцевого продукту. Оптимальні температури сприяють збалансованому росту, чудовій харчовій якості та привабливому зовнішньому вигляду, що є визначальними факторами для хорошого врожаю салату. Зі збільшенням вирощування в контрольованому середовищі застосування стратегій управління температурою стає необхідним для того, щоб салат відповідав потребам споживачів і ринку.

Вирощування салату в умовах закритого ґрунту має ряд переваг порівняно з вирощуванням у відкритому ґрунті, завдяки контролю мікроклімату та захисту від зовнішніх факторів. Як відомо, салат росте швидко, але потребує постійної уваги та догляду фермерів у цей період. Хороша новина полягає в тому, що якщо фермер забезпечить культуру необхідною кількістю води та поживних речовин, то відповідно вона винагородить вас щедрим урожаєм. В середовищі закритого ґрунту підтримуються оптимальні умови для росту салату, такі як температура, вологість і освітленість. Цей контроль має вирішальне значення для того, щоб уникнути теплового та водного стресу, який може негативно вплинути на якість врожаю [6].

Контроль температури дозволяє вирощувати салат цілий рік, навіть у кліматичних умовах, де зовнішні умови були б несприятливими для вирощування. Умови закритого ґрунту створюють фізичний бар'єр проти багатьох шкідників і патогенів. Відповідно це своєю чергою зменшує потребу в хімічній обробці, роблячи вирощування безпечнішим і стійкішим. Вирощування в умовах закритого ґрунту також знижує ризик пов'язаних із вологістю грибкових захворювань, які важче контролювати на відкритому повітрі.

Доцільно врахувати також те, що в умовах закритого ґрунту можна використовувати більш ефективні системи поливу, такі як крапельне зрошення, які зменшують витрати води та забезпечують рослинам оптимальну кількість поживних речовин.

Одним із видів вирощування салату посівного в умовах закритого ґрунту є гідропоніка. Гідропоніка – це техніка, яка передбачає вирощування рослин без ґрунту, використовуючи поживний розчин для забезпечення рослин усіма необхідними поживними речовинами. Цей метод забезпечує більший контроль над поживними речовинами та ростом рослин [1].

На рис. 1 зображено технологію вирощування салату в умовах закритого ґрунту методом гідропоніки.



Рис. 1 Технологія вирощування салату методом гідропоніки

Гідропоніка привернула значну увагу в сучасному сільському господарстві, особливо для вирощування листової зелені, як-от салатів. Цей інноваційний підхід пропонує численні переваги перед традиційним ґрунтовим землеробством, включаючи швидший ріст, вищу врожайність і можливість вирощувати сільськогосподарські культури в середовищах, де традиційне землеробство неможливе.

У гідропонній системі рослини ростуть швидше, ніж у ґрунті, оскільки вони мають прямий доступ до поживних речовин і води. Контрольоване середовище усуває багато факторів стресу, присутніх у традиційному землеробстві, дозволяючи рослинам зосередити свою енергію на рості.

Гідропоніка може давати вищі врожаї на квадратний метр порівняно з традиційним землеробством. Це частково пов'язано з можливістю вирощувати салат більш густо та оптимізованим доставленням поживних речовин, що своєю чергою призводить до більш здорових рослин із більш потужним ростом [7].

Гідропоніка використовує до 90% менше води, ніж ґрунтове землеробство. Вода в гідропонній системі ре циркулює, а також повторно використовується, що зменшує кількість відходів і робить її ідеальним рішенням для регіонів з обмеженими водними ресурсами. Оскільки гідропонні системи можна розташовувати вертикально, їм потрібна менша площа землі для виробництва такої ж кількості врожаю, як традиційне землеробство. Це робить гідропоніку особливо цінною в міських умовах, де простір обмежений.

Встановлення гідропонних систем може бути дорогим, особливо тих, які вимагають складного обладнання, наприклад pomp, таймерів і систем клімат-контролю. Початкові інвестиції вищі, ніж у традиційне фермерство, що може стати перешкодою для фермерів, котрі володіють невеликими господарствами.

Гідропоніка знижує ризик захворювань, що передаються через ґрунт, і дозволяє вирощувати салат у невеликих, нетрадиційних приміщеннях, таких як вертикальні теплиці. Салат потребує помірної кількості світла для зростання, віддаючи перевагу приблизно 12-14 годин світла на день. У сучасних теплицях штучне освітлення можна використовувати як доповнення до природного, особливо в зимові місяці. Надлишок світла може викликати опіки листя, а недостатня кількість світла може уповільнити ріст і погіршити якість листя салату.

Підтримка рівня відносної вологості між 50% і 70% ідеально підходить для салату. Занадто висока вологість може сприяти розвитку грибкових захворювань, тоді як занадто низька вологість може спричинити водний стрес і погіршити якість листя. Салат потребує збалансованого постачання поживними речовинами, особливо азотом, фосфором і калієм, щоб забезпечити інтенсивний ріст і темно-зелений колір листя. Додавання мікроелементів, таких як кальцій і магній, може ще більше підвищити якість продукту [6].

Попри численні переваги, вирощування салату в умовах закритого ґрунту також представляє деякі проблеми, які необхідно вирішити з тією метою, щоб максимізувати якість врожаю.

Встановлення сучасної добре обладнаної теплиці вимагає значних інвестицій. Експлуатаційні витрати, такі як опалення, освітлення та контроль вологості, можуть бути високими, що робить необхідним ретельне управління для забезпечення прибутковості.

Хоч те, що теплиця є бар'єром проти багатьох шкідників, деякі види, такі як попелиці та трипси, все ж можуть становити загрозу. Важливо впроваджувати стратегії інтегрованої боротьби зі шкідниками, щоб мінімізувати використання хімічних пестицидів і запобігти зараженню. Інтенсивне використання добрив у гідропонному вирощуванні може призвести до надлишку поживних речовин, викликаючи такі проблеми, як засолення субстрату або накопичення надлишку поживних речовин, що може пошкодити рослини.

Слід зауважити те, що для росту салату потрібно 65-130 днів, що залежить від сорту. Однак фермери часто починають збирати листя раніше, приблизно через 30-70 днів після висадки розсади. Точний час дозрівання листової зелені залежить не лише від сорту, а й від місцевих умов вирощування та методів ведення господарства. Оскільки ця культура випускає найсмачніше та ніжне листя в прохолодні місяці весни та осені, ці сезони ідеальні для збирання салату. Однак ви можете ефективно збирати його протягом усього літа, за умови, що він продовжує рости листя і не випадає в результаті довгих днів.

Сьогодні в аграрній галузі зростає інтерес до інноваційних технологій, котрі можуть покращити вирощування салату в умовах закритого ґрунту. Варто зазначити той чинник, що одним з таких інтересів є автоматизація та робототехніка. Автоматизація тепличних операцій, таких як посадка, збір урожаю та внесення поживних речовин, може підвищити ефективність і

знизити експлуатаційні витрати. Використання роботів для обслуговування та моніторингу врожаю є новою тенденцією.

Вертикальне землеробство, яке використовує вертикальні простори для вирощування салату та інших культур у контрольованому середовищі, є інноваційним рішенням для збільшення виробництва в міських районах з обмеженим простором.

Салат (*Lactuca sativa* var. *capitata*), широко відомий як головний салат, є важливою культурою в садівництві України, особливо в родючих районах Західного Лісостепу. Цей регіон, що характеризується помірним кліматом і багатими ґрунтами, є ідеальним середовищем для вирощування різних сільськогосподарських культур, у тому числі салату. Щоб оптимізувати виробництво та відповідати вимогам ринку, важливо розуміти біометричні та якісні показники різних сортів салату, вирощених у цих специфічних умовах.

Біометричні показники – це вимірювані фізичні властивості рослин салату, які дають змогу зрозуміти їх ріст, розвиток і потенціал врожайності. В Україні, де сільське господарство відіграє значну роль в економіці, ці показники є вирішальними для вибору найбільш урожайних сортів салату.

Висота рослини: цей показник відображає загальну енергію росту салату. У Західному Лісостепу, де кліматичні умови можуть відрізнятися, висота рослин може вказувати на те, наскільки сорт адаптується до місцевого середовища. Вищі рослини можуть свідчити про кращий ріст, але це має бути збалансовано з потребою у компактних головках, яким на ринку часто віддають перевагу.

Діаметр і вага головки: це прями показники врожайності. Більший діаметр головок і важчі головки зазвичай означають вищу ринкову вартість. Українські виробники часто віддають перевагу сортам, які дають добре сформовані, щільні головки, оскільки вони більш стійкі до пошкоджень під час транспортування та мають довший термін зберігання.

Кількість і площа листя: кількість листків і площа їх поверхні є показниками фотосинтетичної здатності рослини та загального здоров'я. Сорти з більшою кількістю листя та більшою площею листя, як правило, більш міцні та можуть краще протистояти стресовим факторам навколишнього середовища, таким як посуха чи тиск шкідників.

Розвиток кореневої системи: Добре розвинена коренева система необхідна для поглинання поживних речовин і води. У різноманітних ґрунтах Західного Лісостепу перевагу надають сортам із сильною кореневою системою, оскільки вони мають кращий доступ до ґрунтових ресурсів і виявляють більшу стійкість у посушливі періоди [4].

Окрім фізичних вимірювань, якісні аспекти салату мають вирішальне значення для сприйняття споживачами та товарної якості. Ці показники особливо важливі в Україні, де переваги споживачів зміщуються в бік більш здорових і поживних варіантів харчування.

Колір і текстура листя: колір листя є не тільки естетичним атрибутом, але також індикатором вмісту поживних речовин, зокрема хлорофілу та

каротиноїдів. В Україні все більше популярним є сорти з яскраво-зеленим або червоним листям, оскільки вони пов'язані з вищою харчовою цінністю. Текстура листя, зокрема хрусткість, є ще одним важливим параметром якості. Часто віддають перевагу хрустким листям через їх свіжий смак і вказують на добре вирощену рослину салату.

Вміст поживних речовин: Поживний профіль салату, включаючи вміст вітаміну С, калію, кальцію та клітковини, є ключовим якісним показником. Українські споживачі стають більш уважними до свого здоров'я, що призводить до попиту на сорти салату, які пропонують вищу поживну користь. Тому селекціонери та фермери в Україні зосереджуються на сортах, які не тільки добре ростуть, але й мають кращий профіль поживних речовин.

Вміст сухої речовини: цей показник важливий як для смаку, так і для терміну зберігання. Салат з вищим вмістом сухої речовини, як правило, стає більш хрустким і менш схильним до в'янення. У Західному Лісостепу, де транспортування до міських ринків може зайняти багато часу, перевагу надають сортам із вищим вмістом сухої речовини, оскільки вони довше залишаються свіжими після збирання.

Вміст нітратів: нітрати можуть накопичуватися в листових овочах, таких як салат, особливо за певних режимів удобрення. В Україні, де є суворі стандарти безпеки харчових продуктів, високо цінуються сорти з низьким вмістом нітратів. Це особливо важливо в районах з високим вмістом азоту, оскільки надмірні нітрати можуть бути шкідливими для здоров'я людини.

Смакова та сенсорна оцінка: зрештою, успіх сорту салату на ринку залежить від задоволеності споживачів, на яку сильно впливає смак. Сенсорні оцінки, включаючи оцінку солодощі, гіркоти та загального смаку, проводяться, щоб переконатися, що сорти відповідають уподобанням споживачів. В Україні, де традиційні смаки віддають перевагу м'якому та трохи солодкуватому салату, сорти, які відповідають цим перевагам, мають більше шансів на успіх.

Західний Лісостеп України є унікальним середовищем для вирощування салату, що характеризується родючими ґрунтами та помірним кліматом. Однак успіх виробництва салату також залежить від методів вирощування, включаючи зрошення, удобрення та боротьбу зі шкідниками.

Управління ґрунтом і водою: суглинисті ґрунти регіону ідеально підходять для салату, але правильне зрошення має вирішальне значення для підтримки якості врожаю. Надмірне зрошення може призвести до захворювань коренів і вимивання поживних речовин, а недостатнє зрошення може викликати стрес у рослин, впливаючи як на біометричні, так і на якісні показники.

Температурні та освітлені умови: салат добре розвивається при помірних температурах, а клімат Західного Лісостепу в цілому сприятливий. Однак екстремальні температури можуть призвести до закручування болтів або зниження формування головки, що впливає на врожайність і якість. Адекватне освітлення також має важливе значення для фотосинтезу та розвитку насиченого кольору листя [3].

В Україні вирощування сортів салату в специфічних умовах Західного Лісостепу потребує ретельного врахування як біометричних, так і якісних показників. Вибираючи сорти, які перевершують ці параметри, українські фермери можуть підвищити врожайність, задовольнити потреби споживачів і зробити внесок у наростальний ринок високоякісних, поживних овочів. Поточна оцінка та адаптація до місцевих умов забезпечать, щоб салат залишався цінною та стійкою культурою в сільськогосподарському ландшафті України.

Впровадження стійких і органічних методів у вирощування салату в теплицях є тенденцією до зростання. Використання органічних добрив, скорочення споживання енергії та впровадження технологій рециркуляції води є фундаментальними аспектами для того, щоб зробити тепличне вирощування більш екологічним.

Оскільки світове населення продовжує зростати та відбувається процес урбанізації, попит на свіжу їжу місцевого виробництва зростатиме. Гідропоніка пропонує життєздатне рішення для задоволення цього попиту, особливо в міських умовах, де традиційне землеробство неможливе. Дуже важливо взяти до уваги те, що гідропонні системи ідеально підходять для міського сільського господарства, де простір обмежений. Сади на дахах, вертикальні ферми та приміщення для вирощування можуть використовувати гідропонні системи для виробництва свіжих салатів та інших культур поблизу місця споживання. Зважаючи на стурбованість щодо зміни клімату та дефіциту ресурсів, гідропоніка пропонує більш стійкий метод виробництва їжі. Його ефективне використання води та поживних речовин у поєднанні з можливістю виробляти їжу в контрольованому середовищі зменшує вплив сільського господарства на навколишнє середовище [4].

Таким чином, вирощування салату в умовах закритого ґрунту є ефективним і все більш поширеним сільськогосподарським методом. Цей спосіб вирощування має численні переваги, включаючи можливість вирощувати салат протягом року, захищаючи рослини від несприятливих погодних умов та оптимізуючи умови вирощування.

Висновок .Отже, вирощування салату в умовах закритого ґрунту – це ефективне рішення для забезпечення безперервного надходження високоякісної продукції. Завдяки контролю мікроклімату та використанню передових технологій можна оптимізувати врожайність та зменшити вплив вирощування на навколишнє середовище. Однак, щоб максимізувати переваги, необхідно розв'язати проблеми, пов'язані з вартістю, боротьбою зі шкідниками та використанням поживних речовин. З впровадженням технологічних інновацій і стійких практик вирощування салату посівного в умовах закритого ґрунту може стати ключовим компонентом сучасного сталого сільського господарства. Зокрема, вирощування салатів на гідропоніці є найбільш інноваційним підходом до сучасного сільського господарства в умовах закритого ґрунту, яка має ряд переваг, що стосується росту, розвитку, формування врожаю та більш ефективне використання споруд закритого ґрунту.

Список використаної літератури

1. Вирощування салату на гідропоніці. Режим доступу: URL: <https://remontu.com.ua/viroshhuvannya-salatu-na-gidroponici-dlya-sim-i-biznesu-video>(дата звернення 27.08.2024)
2. Дидів О.Й., Дидів І.В., Ільчук Р. В., Бальковський В.В., Дидів А.І. Технології в овочівництві : навч. посіб. Львів, 2020. 120 с.
3. Лещук Н.В., Снітинський В.В., Дидів О.Й., Дидів І.В., Позняк О.В. Біометричні якісні показники сортів салату посівного *Lactuca sativa* var. *capitata* в умовах західного Лісостепу України. Матеріали XIX Міжнародного практичного форуму: Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій. Дубляни, 2018. С. 69–72.
4. Лещук Н. В., Дидів О. Й., Дидів І. В., Дидів А. І., Позняк О. В. Біолого-виробнича оцінка сортів салату посівного в умовах Західного Лісостепу України. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія. 2014. Вип. 18. С. 238–24
5. Осадчий О. Основи сільського господарства : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2021. 294 с.
6. Технологія вирощування салатів. Режим доступу: URL: <https://visuals.rijkzwaan.com/m/1123a4a06dc16229/original/XX-Downloads-Booklet-Lettuce.pdf>(дата звернення 27.08.2024)
7. Kozai, Oyoki. Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. 2nd Edition. Видавництво «Academic Press», 2019. 516 с.

Дмитро КАЛІНА⁸,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АДАПТАЦІЯ ШКІДНИКІВ ДО СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ: НОВІ ВИКЛИКИ ДЛЯ ЕНТОМОЛОГІЇ

Анотація. Зазначено, що екологічна інтенсифікація використовує біорізноманіття для підтримки врожайності сільського господарства, одночасно зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Вказано, що інтенсифікація сучасних сільськогосподарських методів призвела до значного прогресу в продуктивності сільськогосподарських культур і продовольчої безпеки. Наведено, що ці методи також спричинили швидкі еволюційні зміни в популяціях шкідників, що призвело до підвищення стійкості

⁸Науковий керівник: Рудська Н. О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

до пестицидів, адаптації до генетично модифікованих культур і зміни поведінки, що кидає виклик існуючим стратегіям боротьби зі шкідниками. У даній статті досліджуються механізми адаптації шкідників, наслідки для стійкості сільського господарства та проблеми, котрі виникають для ентомологів у розробці ефективних рішень для боротьби зі шкідниками.

Ключові слова: адаптація шкідників; сучасні агротехнології; стійке сільське господарство; екологічна інтенсифікація; ентомологія.

Annotation. *It is noted that ecological intensification uses biodiversity to support agricultural productivity while reducing the negative impact on the environment. It is indicated that the intensification of modern agricultural methods has led to significant progress in crop productivity and food security. These methods are also shown to have caused rapid evolutionary changes in pest populations, leading to increased resistance to pesticides, adaptation to genetically modified crops, and behavioral changes that challenge existing pest management strategies. This article explores the mechanisms of pest adaptation, the implications for agricultural sustainability, and the challenges entomologists face in developing effective pest control solutions.*

Keywords: *pest adaptation; modern agricultural technologies; sustainable agriculture; ecological intensification; entomology.*

Вступ. Сучасне сільське господарство значною мірою покладається на такі технології, як хімічні пестициди, генетично модифіковані організми (ГМО) і монокультурне землеробство для підвищення врожайності та боротьби з популяціями шкідників. Однак ці досягнення також ненавмисно сприяли швидкій адаптації шкідників, створюючи значні проблеми для управління культурами та продовольчої безпеки. Враховуючи те, що сучасні технології зробили революцію у виробництві продуктів харчування, вони також створили умови, які прискорюють адаптацію шкідників. Розуміння механізмів адаптації шкідників і викликів, які це створює, має вирішальне значення для розробки стійких методів сільського господарства.

Метою даної статті є дослідження адаптації шкідників до сучасних агротехнологій, враховуючи нові виклики для ентомології.

Виклад основного матеріалу. Загальновідомо, що шкідники адаптуються до сучасних сільськогосподарських технологій за допомогою кількох ключових механізмів, включаючи генетичну стійкість, поведінкові зміни та екологічні зрушення. Сільське господарство трансформувалося завдяки сучасним технологіям, які підвищили виробництво продуктів харчування та ефективність у глобальному масштабі. Однак ці досягнення також призвели до нових проблем, зокрема до постійної проблеми зі шкідниками. Треба зауважити те, що шкідники, включаючи комах, бур'яни та збудники хвороб, становлять значну загрозу для врожайності та продовольчої безпеки. Незважаючи на розробку передових методів боротьби, таких як хімічні пестициди, генетично модифіковані організми і точне землеробство, шкідники продовжують

адаптуватися, що призводить до циклу резистентності та ускладнює боротьбу. Точне землеробство передбачає використання технологій, керованих даними, таких як GPS, дрони та датчики, для високоточного моніторингу та керування станом рослин. Такий підхід дозволяє фермерам ефективніше застосовувати пестициди, добрива та воду, зменшуючи відходи та мінімізуючи вплив на навколишнє середовище. Варто зазначити, що для боротьби зі шкідниками точне землеробство може виявити ранні ознаки зараження шкідниками та застосувати цілеспрямовані обробки, зменшуючи потребу в загальному застосуванні пестицидів. Однак висока вартість технологій точного землеробства може стати перешкодою для дрібних фермерів. Боротьба зі шкідниками завжди була вирішальним аспектом сільського господарства, проте її значення лише посилилося з появою сучасних сільськогосподарських технологій. Оскільки глобальний попит на продовольство зростає, сільськогосподарський сектор звернувся до передових технологій для підвищення врожайності та захисту рослин від різноманітних шкідників, включаючи комах, бур'янів і хвороботворних організмів. Однак ефективність цих технологій часто ставить під сумнів адаптивність і стійкість шкідників [1].

Варто зазначити те, що шкідники, включаючи комах, кліщів і нематод, демонструють ряд адаптивних реакцій на сучасні сільськогосподарські технології. Ці адаптації можуть відбуватися через генетичні зміни, модифікації поведінки та фізіологічні зміни. Основні механізми включають:

1. Стійкість до пестицидів:

Генетична стійкість: найбільш добре задокументована форма адаптації – це генетична стійкість, коли популяції шкідників розвиваються шляхом природного відбору. Особи з мутаціями, які надають стійкість до певного пестициду, виживають і розмножуються, що в свою чергу призводить до загального збільшення резистентних осіб у популяції.

Перехресна стійкість: Шкідники можуть розвинути перехресну стійкість до кількох хімічних речовин, особливо до тих, що мають схожі механізми дії, що ускладнює боротьбу з ними за допомогою різних пестицидів.

Стійкість до поведінки: деякі шкідники змінюють свою поведінку, щоб уникнути контакту з пестицидами, наприклад, змінюють час годівлі або місце розташування, тим самим зменшуючи свій вплив хімікатів.

2. Адаптація до генетично модифікованих культур:

Bt-культури: культури, створені за допомогою генної інженерії для експресії токсинів *Bacillus thuringiensis* (Bt), призначені для знищення конкретних комах-шкідників. Однак деякі шкідники розвинули стійкість до Bt-токсинів, що підриває ефективність цих культур.

Нечутливість цільової ділянки: шкідники можуть розвивати модифікації на молекулярному рівні, такі як зміни в рецепторах, на які націлені токсини Bt, що знижує ефективність токсину.

Помилка стратегії притулку: Стратегія притулку, яка передбачає висаджування не-Bt-культур поруч із Bt-культурами для уповільнення розвитку

стійкості, може зазнати невдачі, якщо її не впровадити належним чином, що призведе до швидкого розвитку стійкості.

3. Поведінкові та екологічні адаптації:

Зміна рослин-господарів: Шкідники можуть переходити на альтернативні рослини-господарі, особливо якщо їх основний господар змінено або оброблено пестицидами, що дозволяє їм виживати та розмножуватися. Шкідники також можуть адаптуватися через зміни у своїй поведінці, що дозволяє їм уникнути або пом'якшити наслідки заходів контролю. Наприклад, деякі шкідники можуть змінювати час годування, вибираючи годівлю, коли залишки пестицидів менш ефективні, або вони можуть переходити до живлення різними частинами рослини, які менше піддаються впливу пестицидів. Крім того, шкідники можуть розвивати поведінку уникнення, наприклад віддалятися від оброблених ділянок або знаходити притулок у менш вразливих середовищах. Ці поведінкові адаптації дозволяють шкідникам виживати в середовищах, де регулярно застосовуються хімічні засоби контролю.

Фенологічні зрушення: зміни в термінах життєвих циклів шкідників (наприклад, рання поява або подовження життєвих циклів) можуть допомогти шкідникам уникнути пікових періодів застосування пестицидів або скористатися перевагами умов навколишнього середовища [2].

Наслідки для сталого розвитку сільського господарства

Адаптація шкідників до сучасних сільськогосподарських технологій має значні наслідки для сільського господарства та продовольчої безпеки. Оскільки шкідники стають більш стійкими до заходів боротьби, фермери можуть зіткнутися зі збільшенням втрат врожаю та зниженням урожаю, що призведе до економічних труднощів і потенційної загрози світовому постачанню продовольства. Доцільно вказати те, що адаптація шкідників до сучасних сільськогосподарських технологій створює значні проблеми для сталості існуючих методів ведення сільського господарства. Ці виклики включають:

- Підвищений тиск шкідників:

Відродження та вторинні шкідники: Зменшення природних ворогів через використання пестицидів широкого спектру може призвести до відродження первинних шкідників або спалахів вторинних шкідників, які раніше були під контролем. У міру адаптації шкідників стає важче контролювати їх, що призводить до посилення тиску шкідників на посіви. Це може призвести до вищого рівня пошкодження посівів, зниження врожайності та потреби в більш частих і високих дозах хімічних пестицидів. У свою чергу, це може призвести до замкнутого кола, де збільшення використання пестицидів ще більше прискорить розвиток стійкості.

Втрати врожаю: коли шкідники адаптуються до заходів боротьби, пошкодження посівів і втрати врожаю можуть збільшитися, що загрожує продовольчій безпеці та економічній стабільності.

- Екологічні та економічні витрати:

Збільшене використання хімікатів: потреба у більш високих дозах або більш частому застосуванні пестицидів для боротьби зі стійкими шкідниками

призводить до вищих витрат для фермерів і більшого забруднення навколишнього середовища. Використання хімічних пестицидів для боротьби зі стійкими шкідниками викликає занепокоєння щодо забруднення навколишнього середовища та потенційного впливу на нецільові організми, включаючи корисних комах, дику природу та здоров'я людини. Надмірне використання пестицидів може призвести до виснаження природних хижаків-шкідників, ще більше загострюючи проблеми зі шкідниками та створюючи екологічний дисбаланс [3].

Вплив на біорізноманіття: широке використання пестицидів і ГМО може зменшити біорізноманіття, впливаючи на нецільові організми та порушуючи екосистеми.

- Проблеми інтегрованої боротьби зі шкідниками:

Управління резистентністю: традиційні стратегії інтегрованої боротьби зі шкідниками повинні бути адаптовані для вирішення проблеми швидкого розвитку резистентності, включаючи розробку нових варіантів хімічного та біологічного контролю.

Стійкі практики: зростає потреба в стійких практиках, які зменшують залежність від хімічних речовин, таких як диверсифікація культур, біологічний контроль і управління середовищем існування. Важливо врахувати те, що у практиках сталого та органічного землеробства пріоритетом є використання природних та нехімічних методів боротьби зі шкідниками. Відповідно ці методи включають сівозміну, спільне вирощування культур, використання органічних пестицидів і сприяння біорізноманіттю для посилення природного контролю шкідників. Хоча органічне землеробство часто є більш трудомістким і може призвести до нижчої врожайності порівняно зі звичайним землеробством, воно пропонує модель зменшення впливу боротьби зі шкідниками на навколишнє середовище та здоров'я. Оскільки споживчий попит на органічні продукти зростає, в той же час зростає зацікавленість у розвитку та вдосконаленні цих практик.

Працюючи над розробкою ефективних стратегій боротьби з адаптацією шкідників, ентомологи стикаються з декількома проблемами:

- Розуміння механізмів резистентності:

Геноміка та молекулярна біологія: досягнення в геноміці та молекулярній біології мають вирішальне значення для розуміння генетичної основи стійкості та визначення нових цілей для боротьби зі шкідниками.

Дослідження поведінки: дослідження поведінки шкідників, зокрема того, як шкідники змінюють свої звички у відповідь на сільськогосподарську практику, є важливими для розробки більш ефективних стратегій управління.

- Розробка нових методів контролю:

Біопестициди наступного покоління: розробка біопестицидів, спрямованих на шкідників за допомогою нових способів дії або підвищення ефективності існуючих хімічних речовин, може допомогти керувати стійкими популяціями.

РНК-інтерференція (RNAi): технологія RNAi дозволяє заглушити певні гени шкідників, забезпечуючи цілеспрямований підхід до боротьби зі шкідниками, що знижує ризик розвитку резистентності [4].

- Інтеграція екологічних та еволюційних принципів:

Еволюційний інтегрованої боротьби зі шкідниками: Доцільно взяти до уваги те, що включення еволюційних принципів у стратегії інтегрованої боротьби зі шкідниками, наприклад використання змішаних систем вирощування культур або ротаційних методів боротьби зі шкідниками, може уповільнити розвиток стійкості.

Екологічна стійкість: дуже важливо врахувати те, що підвищення екологічної стійкості сільськогосподарських ландшафтів за допомогою таких практик, як агролісомеліорація або полікультури, може зменшити тиск шкідників і підтримувати природні механізми боротьби зі шкідниками.

Стійкість і адаптація шкідників у сучасному сільському господарстві мають значні екологічні наслідки. Надмірне використання хімічних пестицидів призводить до забруднення ґрунту та води, завдаючи шкоди нецільовим організмам, зокрема корисним комахам, птахам і водним мешканцям. Зменшення природних хижаків-шкідників порушує екологічний баланс і може призвести до подальших проблем зі шкідниками. Крім того, втрата біорізноманіття сільськогосподарських ландшафтів, спричинена монокультурним землеробством і використанням пестицидів, знижує стійкість екосистем до спалахів шкідників.

Проблеми зі шкідниками також мають значні економічні наслідки для фермерів і сільськогосподарської промисловості. Витрати на боротьбу зі стійкими шкідниками є високими, оскільки це часто вимагає дорогих і частих застосувань пестицидів, а також впровадження нових технологій. Втрати врожаю через пошкодження шкідниками можуть призвести до зниження врожайності та доходу, особливо в регіонах, де фермери мають обмежений доступ до ресурсів для ефективної боротьби зі шкідниками. Економічний тягар боротьби зі шкідниками посилюється необхідністю постійних досліджень і розробок, щоб випереджати розвиток популяції шкідників [5].

З огляду на виклики, пов'язані зі шкідниками в сучасному сільському господарстві, зростає визнання необхідності стратегій інтегрованої боротьби зі шкідниками. Слід наголосити на тому, що інтегрована боротьба зі шкідниками передбачає використання кількох підходів до боротьби зі шкідниками таким чином, який є екологічно стійким та економічно життєздатним. Це включає в себе поєднання біологічного контролю, культурних практик і хімічних втручань таким чином, щоб мінімізувати розвиток резистентності та зменшити залежність від пестицидів. Наприклад, сівозна, управління середовищем проживання та використання природних хижаків можуть допомогти контролювати популяції шкідників, зберігаючи при цьому екологічну рівновагу.

Адаптація шкідників до сучасних агротехнологій представляє серйозну проблему для ентомології. Оскільки шкідники продовжують розвивати

стійкість до пестицидів і генетично модифікованих культур, ентомологи повинні розробити інноваційні та стійкі стратегії для управління цими популяціями. Для цього потрібен мультидисциплінарний підхід (загальнонауковий методологічний підхід, котрий передбачає поєднання різних наукових напрямів при вивченні певного явища чи процесу), який поєднує досягнення в геноміці, екології та боротьбі зі шкідниками із зобов'язаннями щодо охорони навколишнього середовища та економічної стійкості. Вирішуючи ці виклики, галузь ентомології може сприяти створенню більш стійкої та сталої глобальної продовольчої системи.

Майбутнє боротьби зі шкідниками, ймовірно, буде сформовано постійними технологічними інноваціями. Досягнення біотехнології, такі як редагування генів CRISPR, можуть дозволити вирощувати культури з підвищеною стійкістю до шкідників або створювати нові засоби біологічного контролю. Крім того, цифрове сільське господарство та штучний інтелект (ШІ) готові зробити революцію в моніторингу та боротьбі зі шкідниками, надаючи фермерам дані в реальному часі та прогнозу аналітику. Ці технології мають потенціал зробити боротьбу зі шкідниками точнішою та ефективнішою [6].

Для боротьби з проблемами, пов'язаними з адаптацією шкідників, важливо розробити нові стратегії та технології, які можуть ефективно керувати стійкими популяціями шкідників, одночасно сприяючи сталим сільськогосподарським практикам:

а) Розробка нових методів боротьби зі шкідниками: Дослідження та розробка нових методів боротьби зі шкідниками, таких як біопестициди наступного покоління, технології РНК-інтерференції (RNAi) і передові методи розведення, є вирішальними для боротьби зі стійкими шкідниками. Ці методи пропонують потенціал для більш цілеспрямованих та екологічно чистих варіантів боротьби зі шкідниками, які зменшують ризик розвитку резистентності.

б) Еволюційно обґрунтована боротьба зі шкідниками: включення еволюційних принципів у стратегії боротьби зі шкідниками може допомогти уповільнити розвиток стійкості. Наприклад, чергування різних типів заходів боротьби, використання змішаних систем вирощування культур і підтримання екологічного різноманіття в сільськогосподарських ландшафтах можуть створити умови, які є менш сприятливими для адаптації шкідників.

в) Постійний моніторинг і нагляд за популяціями шкідників є важливими для виявлення ранніх ознак резистентності та здійснення своєчасних заходів. Ретельно відстежуючи динаміку шкідників і моделі резистентності, фермери та дослідники можуть адаптувати методи управління для вирішення нових загроз.

Боротьба зі шкідниками в сучасній сільськогосподарській техніці є складною сферою, що розвивається, сформованою безперервною боротьбою між прогресивними технологіями та адаптаційними можливостями шкідників. Хоча традиційні методи, такі як хімічні пестициди, залишаються важливими інструментами, їх обмеження стимулюють розвиток інноваційних підходів, включаючи ГМО, точне землеробство та технологію RNAi. Однак ці

досягнення також створюють нові проблеми, такі як розвиток резистентності та екологічні проблеми. Майбутнє боротьби зі шкідниками полягає в інтегрованих стратегіях, які поєднують найкращі традиційні та сучасні підходи, водночас віддаючи пріоритет стійкості та здоров'ю навколишнього середовища. Використовуючи ці стратегії, сільськогосподарський сектор може продовжувати захищати посіви та забезпечувати продовольчу безпеку перед обличчям постійно зростаючих загроз шкідників [7].

Проблема шкідників у сучасних сільськогосподарських технологіях є складною проблемою, яка розвивається, і загрожує сталості світового виробництва продуктів харчування. Оскільки шкідники продовжують адаптуватися до хімічних пестицидів, генетично модифікованих культур і методів монокультурного землеробства, вони підривають ефективність цих технологій і становлять значну небезпеку для навколишнього середовища та економіки. Вирішення цієї проблеми вимагає комплексного та інтегрованого підходу, який поєднує досягнення ентомології, екології та сільськогосподарської практики. Пропагуючи стійкі стратегії боротьби зі шкідниками та зменшуючи залежність від хімічних засобів контролю, сільськогосподарське співтовариство може працювати над майбутнім, де виробництво продуктів харчування буде продуктивним і стійким.

Висновки. Отже, адаптація шкідників до сучасних сільськогосподарських технологій є динамічною та постійною проблемою, яка загрожує сталості світового виробництва продуктів харчування. Вирішення цієї проблеми вимагає мультидисциплінарного підходу, який об'єднує досягнення в генетиці, екології та боротьбі зі шкідниками. Розробляючи інноваційні методи боротьби та сприяючи стійкій сільськогосподарській практиці, ентомологи можуть допомогти пом'якшити наслідки адаптації шкідників і забезпечити довгострокову життєздатність харчових систем. Відповідно адаптація шкідників до сучасних сільськогосподарських технологій є постійною проблемою, яка загрожує сталості світового виробництва продуктів харчування. Розуміння механізмів адаптації шкідників і наслідків для сільського господарства має вирішальне значення для розробки ефективних стратегій боротьби зі шкідниками. Застосовуючи інноваційні технології, інтегруючи еволюційні принципи в боротьбу зі шкідниками та сприяючи сталим методам ведення сільського господарства, сільськогосподарське співтовариство може пом'якшити наслідки адаптації шкідників і забезпечити довгострокову життєздатність харчових систем.

Список використаної літератури

1. Федоренко В.П., Марков І.Л., Мордерер Є.Ю. Стратегія і тактика захисту рослин: [монографія]. (Серія «Інтенсивне землеробство»). Т. 2: Тактика; під ред. акад. НААН України В.П. Федоренка. Київ : Альфа-стевія, 2015. 784 с.
2. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pest in corn crops. *Сільськогосподарствоталісівництво*. 2022. №4 (27). С. 143–165.

3. Грицишин М.І., Перепелиця Н.М. Екологізація землеробства і проблеми її технічного забезпечення. Механізація та електрифікація сільського господарства: Заг. держ. збірник. 2019. Вип. 9 (108), с. 175-180. URL: <https://journal.imaar.org.ua/info/attach.php?id=182> (дата звернення: 10.09.2024 р.)

4. Інноваційні екологобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ 31 серпня 2023 року). 2023. 202 с.

5. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, 15 листопада 2022 р., Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2022. 170 с.

6. Demirel, M., & Kumral, N. A. (2021). Artificial intelligence in integrated pest management. In Artificial intelligence and IoT-based technologies for sustainable farming and smart agriculture (pp. 289-313). IGI Global.

7. ФАО. 2021. Шкідники економічного значення в Україні. Посібник щодо комплексної боротьби зі шкідниками. Будапешт ФАО. 2021. 184 с.

Роман ГНОТ⁹,
студент 3-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГРУНТ, ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО РОДЮЧОСТІ ШЛЯХОМ НАГРОМАДЖЕННЯ ГУМУСНОГО ШАРУ

***Анотація.** У статті розглядається підхід до підвищення родючості ґрунту через накопичення гумусного шару. Описуються ключові чинники, що зумовлюють формування гумусу, а також вплив органічних речовин у покращенні фізико-хімічних властивостей ґрунту. Досліджено досягнення наукових досліджень, які оцінюють продуктивність різних методів збагачення ґрунтів органічними матеріалами. Надзвичайна увага приділяється впливу нагромадженню гумусного шару на збереження водного балансу, підвищення врожайності культур та стійкість ґрунтів до ерозії. Отримані дані підтверджують важливість систематичного збагачення ґрунту органічними речовинами для забезпечення тривалого підвищення його родючості та підтримання екологічної рівноваги в агроєкосистемах.*

***Ключові слова:** ґрунт, гумус, нагромадження.*

***Annotation.** The article discusses an approach to increasing soil fertility through the accumulation of the humus layer. It describes the key factors that contribute to humus formation, as well as the impact of organic substances on*

⁹Науковий керівник: Шкатула Ю.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

improving the physico-chemical properties of the soil. The achievements of scientific research evaluating the effectiveness of various methods of enriching soils with organic materials are examined. Particular attention is given to the impact of humus layer accumulation on maintaining water balance, increasing crop yields, and enhancing soil resistance to erosion. The obtained data confirm the importance of systematically enriching the soil with organic substances to ensure a long-term increase in its fertility and maintain ecological balance in agroecosystems.

Keywords: soil, humus, accumulation.

Вступ. Проблема підвищення родючості ґрунтів є однією з найважливіших у сучасному сільському господарстві, оскільки вона безпосередньо впливає на продуктивність агроєкосистем та забезпечення продовольчої безпеки. Зростаюче антропогенне навантаження, нераціональне використання земельних ресурсів і кліматичні зміни призводять до деградації ґрунтів, зниження їхньої родючості та зменшення обсягів врожаїв. У таких умовах особливого значення набувають дослідження, спрямовані на збереження та відновлення родючості ґрунтів.

Одним із найефективніших способів підвищення родючості є нагромадження гумусного шару – ключового компонента ґрунту, який визначає його фізичні, хімічні та біологічні властивості. Гумусний шар відіграє важливу роль у підтримці структури ґрунту, забезпеченні його вологоутримуючої здатності, збагаченні поживними речовинами та активізації мікробіологічної активності. Формування й накопичення гумусу є складним процесом, що залежить від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту, кліматичні умови, агротехнічні заходи та вміст органічних речовин.

У даній статті розглядаються сучасні підходи до збагачення ґрунтів органічними матеріалами з метою збільшення вмісту гумусу, аналізуються їхній вплив на родючість ґрунтів, а також перспективи використання цих методів у різних типах агроєкосистем.

Виклад основного матеріалу. Ґрунт – це орґано-мінеральне природне утворення, яке формується у верхньому шарі літосфери Землі під впливом тривалих біологічних, абіотичних і антропогенних процесів. Він володіє унікальними генетико-морфологічними характеристиками та властивостями, що створюють сприятливі умови для росту і розвитку рослин (рис 1) [1].

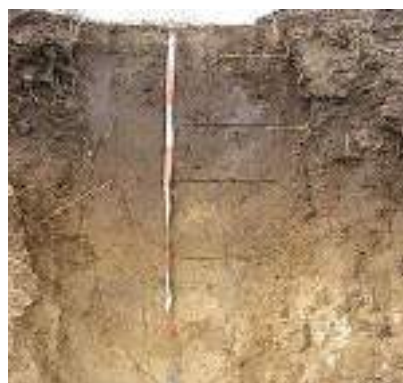


Рис 1. Чернозем, степова зона України [1].

На території України поширені різні типи ґрунтів, які формуються під впливом кліматичних, геологічних, біологічних та антропогенних чинників. Ось основні типи ґрунтів, які можна знайти в Україні, та їх коротка характеристика:

Чорноземи займають значну частину території України, зокрема в степових і лісостепових зонах. Вони є одним з найбільш родючих ґрунтів у світі. Ці ґрунти багаті на гумус (від 3 до 15%) і мають високу природну родючість. Вони добре утримують вологу і містять значну кількість поживних речовин, таких як азот, фосфор, калій.

Каштанові ґрунти. Цей тип ґрунтів розташований переважно в південних степових районах України, де клімат більш посушливий. Каштанові ґрунти мають нижчий вміст гумусу (близько 2-4%) порівняно з чорноземами. Вони також менш родючі, але добре підходять для вирощування посухостійких культур, таких як соняшник та пшениця.

Сірі лісові ґрунти. Дані ґрунти поширені у лісостеповій зоні, переважно на півночі України, в районах Полісся. Сірі лісові ґрунти утворилися під змішаними та широколистяними лісами. Вони мають середній вміст гумусу (2-3%) і вимагають додаткового внесення органічних та мінеральних добрив для підвищення родючості.

Дерново-підзолисті ґрунти. Цей тип ґрунтів характерний для північних районів України, особливо в зоні Полісся. Дерново-підзолисті ґрунти мають низький вміст гумусу (близько 1-2%) і кислу реакцію, що вимагає вапнування. Вони менш родючі, але придатні для вирощування певних культур за умови внесення добрив.

Лучні та болотні ґрунти. Лучні ґрунти поширені в долинах річок, на низинах, де часто відбувається затоплення. Болотні ґрунти зустрічаються в районах з надлишковим зволоженням. Лучні ґрунти багаті на органічні речовини і мають високий вміст гумусу. Вони добре підходять для сільськогосподарського використання після меліорації. Болотні ґрунти потребують осушення для перетворення на орні землі.

Буроземи. Буроземи зустрічаються в Карпатах і частково на Закарпатті, де клімат вологий і прохолодний. Ці ґрунти мають кислу реакцію і низький вміст гумусу. Вони використовуються переважно під лісові насадження або в якості пасовищ, але менш придатні для землеробства без попередньої обробки та внесення добрив.

Рендзини. Рендзини зустрічаються на виходах карбонатних порід, зокрема на Поділлі та в Криму. Це вапняні ґрунти з високим вмістом карбонатів і середньою родючістю. Вони підходять для вирощування винограду та фруктових дерев [2].

Збільшення вмісту гумусу в ґрунті є ключовим фактором для підтримання і підвищення родючості сільськогосподарських земель. Високий вміст гумусу покращує структуру ґрунту, підвищує його здатність утримувати вологу і

сприяє більш ефективному засвоєнню рослинами поживних речовин. Найпоширенішими методами збільшення вмісту гумусу на полях є використання органічних добрив, правильна сівозміна, вирощування сидератів та покривних культур, використання поживних залишків, життя у ґрунті живих організмів та меліоративні заходи.

Органічні добрива. Гній. Він є одним із найпоширеніших органічних добрив, що містить велику кількість органічних речовин, які розкладаються в ґрунті, утворюючи гумус. Гній також містить поживні елементи, такі як азот, фосфор, калій, магній та інші мікроелементи, необхідні для росту рослин. Внесення гною в ґрунт покращує його структуру, підвищує водопроникність та аерацію, стимулює розвиток корисних мікроорганізмів, які сприяють розкладанню органічних речовин і утворенню гумусу [3].

Пташиний послід. Містить ще більше азоту та фосфору, ніж гній, тому його часто використовують як високоефективне органічне добриво. Він швидко розкладається і забезпечує рослини необхідними поживними речовинами. Пташиний послід використовують в розведеному вигляді, щоб уникнути пошкодження рослин через високий вміст солей і кислот. Він сприяє швидкому підвищенню вмісту гумусу в ґрунті та підвищенню його родючості [3].

Сидерати та покривні культури. Сидерати – це рослини, які спеціально вирощують для подальшого заорювання в ґрунт. Вони включають такі культури, як люпин, гірчиця, люцерна, горох, фацелія та інші. Сидерати накопичують в собі велику кількість органічної речовини, яка після заорювання перетворюється на гумус. Вирощування сидератів допомагає поліпшити структуру ґрунту, збагатити його азотом, пригнічувати ріст бур'янів і захищати ґрунт від ерозії. Вони також сприяють розвитку кореневої системи, яка покращує аерацію і водопроникність ґрунту.

Покривні культури вирощують на полях після збору основного врожаю або між основними сівозмінами. Вони захищають ґрунт від ерозії, зберігають вологу, пригнічують бур'яни і збільшують вміст органічної речовини в ґрунті. Покривні культури, такі як злаки, бобові та інші швидкорослі рослини, використовуються для відновлення ґрунту після основних культур, збагачуючи його органікою та сприяючи утворенню гумусу [4].

Поживні залишки. Поживні залишки – це залишки рослинних частин після збору врожаю (солома, стебла, листя). Замість спалювання чи видалення, ці залишки можуть бути заорані в ґрунт, де вони розкладаються, збагачуючи ґрунт органічними речовинами та підвищуючи вміст гумусу. Заорювання поживних залишків дозволяє значно зменшити ерозійні процеси, зберегти вологу в ґрунті та покращити його структуру. Це також сприяє активізації мікроорганізмів, що розкладають органіку і утворюють гумус [5].

Сівозміна із використанням багаторічних трав. Сівозміна – це система чергування різних культур на одному полі. Використання багаторічних трав у

сівозміні є ефективним методом збагачення ґрунту органічними речовинами. Багаторічні трави, такі як конюшина, люцерна та інші, мають добре розвинену кореневу систему, яка збільшує кількість органіки в ґрунті після їх розкладання. Введення багаторічних трав у сівозміну сприяє покращенню структури ґрунту, збагаченню його азотом (завдяки здатності бобових фіксувати атмосферний азот) і підвищенню вмісту гумусу. Цей метод також допомагає знижувати ризик ерозії, покращувати водоутримувальну здатність ґрунту і підтримувати його родючість на високому рівні протягом тривалого часу [6].

Компостування та вермікомпостування. Компостування – це процес розкладання органічних матеріалів (рослинні залишки, харчові відходи, гній) під впливом мікроорганізмів з утворенням компосту, який є високоякісним органічним добривом. Компост додається в ґрунт для підвищення його вмісту гумусу, покращення структури і збільшення родючості. Компостування також є ефективним способом утилізації органічних відходів, що сприяє збереженню довкілля [7].

Вермікомпостування включає використання дощових черв'яків для переробки органічних відходів. Методика Чарльза Дарвіна з підвищення вмісту гумусу в ґрунті за допомогою дощових черв'яків базується на його спостереженнях та дослідженнях, які він детально виклав у своїй книзі «The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms, with Observation on their Habits» [8].

Дарвін встановив, що дощові черв'яки відіграють ключову роль у створенні та підтримці гумусного шару ґрунту. Вони споживають органічні залишки, такі як листя, трава та інші розкладені матеріали, які потрапляють на поверхню ґрунту. Черв'яки перетравлюють ці речовини, змішуючи їх з ґрунтом, і виділяють відходи у вигляді «вермікомпосту» або гумусу. Під час травлення органічних матеріалів дощові черв'яки виділяють ферменти, які сприяють формуванню гумусових кислот. Гумус, що утворюється, є дуже багатим на поживні речовини, такі як азот, фосфор, калій та кальцій, що підвищує родючість ґрунту. Дарвін показав, що за рахунок діяльності дощових черв'яків можна значно збільшити вміст гумусу в ґрунті. Він провів експерименти, в яких спостерігав, як черв'яки перетворюють органічні матеріали на гумус протягом декількох років, постійно додаючи нові шари до поверхні ґрунту. Цей процес дозволяє природним чином збільшувати родючість ґрунту, не вдаючись до використання хімічних добрив. Методика Дарвіна передбачає систематичне додавання органічних матеріалів на поверхню ґрунту (наприклад, залишків рослин або компосту), що стимулює діяльність дощових черв'яків. Він також рекомендував забезпечувати оптимальні умови для життя черв'яків: підтримувати вологість ґрунту і уникати занадто високої кислотності, яка може бути шкідливою для черв'яків. Таким чином, методика Чарльза Дарвіна з підвищення вмісту гумусу за допомогою дощових черв'яків є ефективним і екологічно чистим способом поліпшення родючості ґрунту. Вона

дозволяє створювати стабільну і стійку систему відновлення ґрунту, що сприяє довготривалому збільшенню його продуктивності [9].

Агролісомеліорація. Передбачає створення захисних лісосмуг або висадку дерев і чагарників на сільськогосподарських угіддях. Дерев та чагарники не тільки захищають ґрунт від вітрової та водної ерозії, але й збагачують його органічними речовинами через опад листя та інші рослинні залишки. Введення дерев у сільськогосподарські ландшафти покращує загальну екологічну стабільність ґрунту і сприяє накопиченню гумусу.

Висновок. Підвищення вмісту гумусу в ґрунті є критично важливим для забезпечення стійкої родючості та підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь. Використання органічних добрив, таких як гній і пташиний послід, допомагає збагачувати ґрунт поживними речовинами та поліпшувати його структуру. Вирощування сидератів, покривних культур та багаторічних трав у сівозміні сприяє накопиченню органічної речовини, зниженню ерозії та покращенню водоутримувальної здатності ґрунту. Поживні залишки, компостування, вермікомпостування та агролісомеліорація є додатковими методами, що також сприяють збереженню та відновленню гумусного шару, підтримуючи високу родючість і екологічну стабільність агроєкосистем.

Список використаних джерел

1. Ґрунт: веб-сайт: URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D2%90%D1%80%D1-%83%D0%BD%D1%82> (дата звернення: 12.08.2024).
2. Михайлюк В.І., Смага І.С., Волощук М.Д. Ґрунти України. Львів ЛНУ імені Івана Франка 2017. 111 с.
3. **Органічні добрива:** веб-сайт: URL: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/shho-take-organichni-dobryva-vidi-xarakteristika-zastosuvannya/> (дата звернення: 12.08.2024).
4. Сидерати та покривні культури: веб-сайт: URL: https://ecoaction.org.ua/syderaty-ta-sivozmina.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw5ea1BhC6A-RIsAEOG5pw7Iaro85kDUaSjeXk5pKjyuovHZSL9ITZNZa4BAdvTIES7JqQzLZgaArQPEALw_wcB (дата звернення: 12.08.2024).
5. Поживні залишки: веб-сайт: URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-nadhodzhennya-roslynnyh-reshtok-na-vmist-gumusu-u-grunti/> (дата звернення: 12.08.2024).
6. Сівозміна із використанням багаторічних трав: веб-сайт: URL: <https://superagronom.com/articles/407-10-sposobiv-pokraschennya-stanu-gruntiv> (дата звернення: 12.08.2024).
7. Компостування: веб-сайт: URL: <https://vegetable.com.ua/kompostuvannya-listya-chomu-tse-vazhlivo-dlya-vashogo-sadu-sadovi-poradi/> (дата звернення: 12.08.2024).

8. Вермікомпостування: веб-сайт: URL: https://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/the_formation_of_vegetable_mould_through_the_action_of_worms_by_charles_darwin.pdf(дата звернення: 12.08.2024).

9. Агролісомеліорація: веб-сайт: URL: <https://esu.com.ua/article-42589>(дата звернення: 12.08.2024).

Світлана РОМАНЕНКО¹⁰,
студентка 3 року навчання,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

***Анотація.** Дана робота присвячена вивченню процесів вирощування пшениці озимої з використанням елементів біологізації технологій. Ознайомлення та більш детальне вивчення цих процесів є основною метою статті тому, що всі технологічні операції, які впроваджуються під час вирощування пшениці озимої впливають на формування врожаю, зокрема на його якісні показники. У статті досліджується ефективність застосування біологізації в технології вирощування пшениці озимої. Біологізація має на меті використання біологічних препаратів, сидератів, мікробіологічних добрив та інших екологічно чистих та безпечних методів для зменшення хімічних препаратів у агроecosистемах. Основна ціль статті - оцінка впливу цих заходів на врожайність, якість та стійкість рослин до хвороб. Результати досліджень показують, що застосування біологічних елементів впливає на підвищення продуктивності пшениці озимої, покращення екологічного стану ґрунту та зниження витрат на мінеральні добрива і пестициди. Тому, можна зазначити що інтеграція біологічних методів у традиційні технології вирощування пшениці озимої є перспективним напрямком для підвищення ефективності аграрного виробництва та збереження природних ресурсів.*

***Ключові слова.** пшениця озима, біологізація технології, органічне вирощування, технологічні процеси.*

***Annotation.** This work is devoted to the study of the processes of growing winter wheat using elements of biologization technologies. Acquaintance with and a*

¹⁰Науковий керівник: Колісник О.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедр иботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

more detailed study of these processes is the main goal of the article, because all technological operations implemented during the cultivation of winter wheat affect the formation of the crop, in particular, its quality indicators.

The article examines the effectiveness of biologization in the technology of growing winter wheat. Biologization aims to use biological preparations, siderates, microbiological fertilizers, and other ecologically clean and safe methods to reduce chemical preparations in agroecosystems. The main goal of the article is to assess the impact of these measures on the yield, quality, and disease resistance of plants. Research results show that the use of biological elements affects the productivity of winter wheat, the improvement of the ecological condition of the soil, and the reduction of costs for mineral fertilizers and pesticides. Therefore, it can be noted that the integration of biological methods into the traditional technologies of growing winter wheat is a promising direction for increasing the efficiency of agricultural production and preserving natural resources.

Keywords: *winter wheat, biologicalization technology, organic cultivation, technological processes.*

Вступ. Зростаючий попит на екологічно чисту продукцію та вимоги до якісного сільського господарства зацікавлюють аграріїв у пошуку нових, більш сучасних методів вирощування культур, що зменшують використання хімічних засобів захисту рослин та зменшують негативний вплив на навколишнє середовище. Одним з важливих напрямів у цьому контексті екологічно чистої продукції є біологізація технології вирощування пшениці озимої, що передбачає інтеграцію біологічних методів, таких як застосування біопрепаратів, сидератів, мікоризоутворюючих грибів та інших біологічних елементів.

Біологізація сприяє покращенню структури ґрунту, підвищенню його родючості, стимуляції росту рослин та зміцненню їх стійкості до стресових факторів. Це дозволяє не лише збільшити врожайність, а й підвищити якість зерна, що є ключовим завданням для сучасного аграрного виробництва. Важливість цього підходу зумовлюється також необхідністю адаптації технологій вирощування до змін кліматичних умов та збереження біорізноманіття агроєкосистем.

Стаття має на меті дослідити ефективність використання елементів біологізації у технології вирощування пшениці озимої та оцінити їх вплив на продуктивність та якість урожаю. Особливу увагу буде приділено аналізу застосування різних біологічних засобів та їх комбінацій, а також економічній доцільності впровадження цих технологій в умовах сучасного сільського господарства.

Виклад основного матеріалу. Інформація наведена в статті базується на даних досліджень, що були проведені на дослідних ділянках Вінницького національного аграрного університету с. Агрономічне Вінницького району.

Дане господарство знаходиться у північній зоні Вінницької області, що належить до району правобережної Лісостепової ґрунтово-кліматичної зони України. Рельєф місцевості – рівнинно ґрунтове плато з балками.

Даний район Вінницької області розділяє між собою два типи ґрунтового покриву: темно-сірі (середньосуглинкові, вміст гумусу 2,4%) та сірі лісові (легкосуглинкові, вміст гумусу 1,9%). Клімат області помірно теплий з нестійким і недостатнім зволоженням. Максимум прямої сонячної радіації припадає на липень; мінімум на грудень. Річні коливання співпадають з коливанням хмарності.

Головною проблемою використання синтетичних мінеральних азотних добрив є низька ефективність їх засвоєння рослинами, що призводить до екологічної нестабільності та накопичення важких металів у ґрунті. Це може негативно впливати на довкілля, якість продукції та здоров'я людей. Через ці ризики зростає важливість використання біологічних методів землеробства, таких як: використання біопрепаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів. Такі препарати сприяють поліпшенню азотного живлення рослин, знижують потребу у синтетичних добривах і, відповідно, покращують якість продукції та екологічний стан навколишнього середовища.

При дефіцитівологивосени (вересень- листопад) спостерігаються розтягнуті та нерівномірні сходи озимої пшениці, низький коефіцієнт кущіння, зріджені посіви, що знижує накопичення вуглеводів у вузлах кущіння. Це призводить до часткової загибелі рослин взимку та зниження врожайності та якості зерна навесні. Якщо ж навесні випадає достатньо опадів, зріджені посіви можуть покращити ріст і сформувати крупне зерно високої якості.

За достатньої осінньої вологи сходи дружні, рівні, з високим коефіцієнтом кущіння (до 9-10 пагонів). Проте при нестачі вологи навесні зерно може бути дрібним через зменшення листової поверхні та передчасне відмирання листя. У першому випадку ефективність азотних добрив буде високою, тоді як у другому їх використання може знижувати продуктивність через надмірне вегетативне зростання.

Під час проведення дослідів у Вінницькій області було виявлено значні відмінності у рості та розвитку озимої пшениці, попередником якої був соняшник, залежно від використання хімічних і біологічних добрив. Під час усієї вегетації пшениці озимої максимальну кількість рослин на 1 м² зафіксовано у варіантах з біодобривами Ризоагрін (446 шт.) та ФМБ (437 шт.), що на 11,4-13,2% більшепорівняно з контролем (387 шт./м²). Водночас використання суперфосфату призвело до зниження густоти посіву до 350 шт./м², що на 9,6% менше від контрольного варіанта.

Порівняння кількості рослин з одним і двома листками свідчить про кращий розвиток однолисточкових рослин. Найвищий показник однолисточкових рослин спостерігався при внесенні ФМБ, а на другому місці-неудобрений

варіант з 359 шт./м². Найбільшу кількість дволисткових рослин зафіксовано при внесенні Ризоентеріну та при обробці насіння комбінацією Ризоагрину і ФМБ, що більше порівняно з іншими варіантами.

Під час проведення досліджень було доведено, що застосування мінеральних та біологічних добрив, доскладу яких входять азотфіксуючі та фосфатмобілізувачі бактерії, суттєво збільшується площа листової поверхні рослин пшениці озимої порівняно з неудобренным контрольним варіантом досліду.

Таблиця 1

Вплив добрив на розвиток вегетативних органів пшениці озимої

Варіант досліду	Кількість рослин на 1 м ²	Кількість рослин на 1 м ²	
		З одним листком	З двома листками
Контроль (бездобрив)	387	359	28
N ₆₀	390	273	117
P ₆₀	350	249	101
Ризоагрін	446	342	82

Азотфіксуючі бактерії забезпечують рослину додатковим азотом, завдяки чому листя росте та розвивається набагато швидше, а фосфатмобілізувачі бактерії допомагають рослині отримувати фосфор у необхідних кількостях, який необхідний для енергетичних процесів та формування біомаси. Разом ці фактори забезпечують кращий ріст і розвиток рослин, збільшуючи площу листової поверхні.

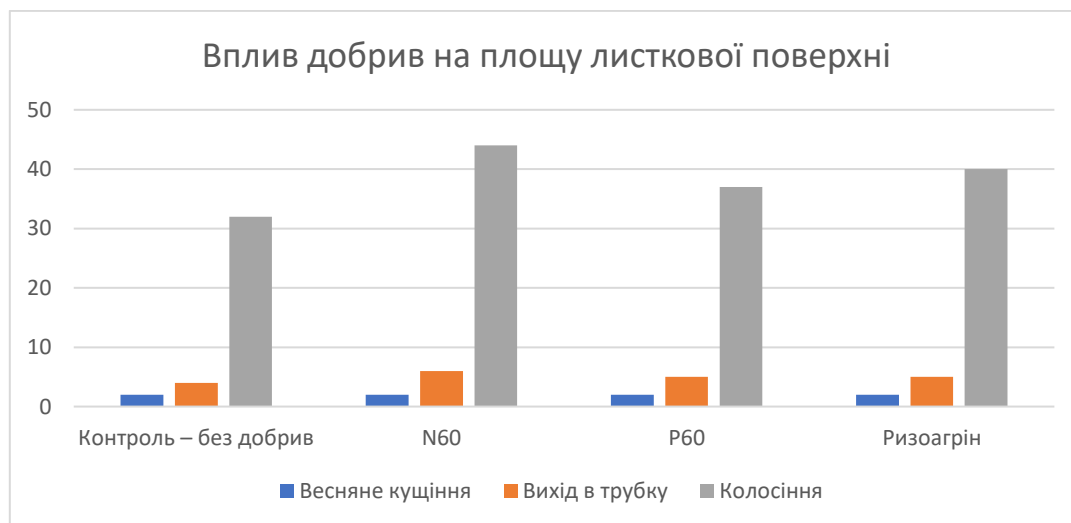


Рис.1. Вплив добрив на площу листової поверхні

Діаграма показує, що застосування добрив позитивно впливає на площу листової поверхні озимої пшениці, що сприяє покращенню фотосинтетичної активності рослин. Найбільше зростання площі листової поверхні спостерігається при застосуванні добрива N₆₀, особливо у фазі колосіння, що може вказувати на його ефективність у сприянні росту та розвитку рослин.

Контрольний варіант (без добрив) має найменшу площу листкової поверхні на всіх етапах розвитку.

Найважливішим показником якості внесення добрив – є характеристика видобутого врожаю. Врожай зерна залежить від життєдіяльності рослин, засвоєння поживних речовин, води та синтезу органічних речовин під дією сонця. Для зменшення хімічного навантаження на ґрунт і покращення росту рослин використовують біопрепарати з азотфіксуєчими та фосфатмобілізуєчими бактеріями. Це забезпечує рослини додатковим азотом і фосфором, покращує продукційні процеси, підвищує врожайність і дозволяє отримати екологічно чисту продукцію. Тому, важливо сформулювати висновки про кількість видобутої продукції на основі того чи іншого біоприпарату.

Таблиця 2

Структура урожаю залежно від використаних біоприпаратів

Варіант досліджу	Кількість рослин на 1 м ² , шт	Кущистість	Колос	Маса 1000 зерен, г
		Довжина, см	Вага зерна, г	
Контроль (без добрив)	321	6,6	1,23	43,9
N ₆₀	352	7,2	1,66	44,8
P ₆₀	350	7,4	1,58	41,5
Ризоагрін	326	6,7	1,32	42,5

За даними таблиці можна сформулювати певні висновки. Кількість рослин на 1 м², шт-визначає щільність посівів. Найбільша кількість рослин на м² була за використання добрива N₆₀ (352 рослини), найменша- у контрольному варіанті (321 рослина). Кущистість (довжина, см)-характеризує середню довжину кущів. Найвища кущистість спостерігається при використанні добрива P₆₀ (7,4 см), а найнижча – у контрольному варіанті (6,6 см). Колос (вага зерна, г)-вказує на середню вагу зерна в колосі. Найвищий показник отримано при використанні добрива N₆₀ (1,66 г), а найнижчий- у контрольному варіанті (1,23 г). Маса 1000 зерен, г-показує масу 1000 зерен. Найвища маса отримана за варіанту з добривом N₆₀ (44,8 г), а найнижча- з добривом P₆₀ (41,5 г).

Загалом, результати показали, що використання добрив покращує всі досліджувані показники порівняно з контрольним варіантом. Найефективнішим за більшістю показників є добриво N₆₀.

Розвиток і формування урожаю зерна озимих найбільшою мірою залежить від забезпечення рослин вологою. Роки проведення досліджень були помірно сприятливими для видобутку врожаю озимої пшениці. 2023 рік був відносно сприятливим за рівнем природного зволоження, що дозволило отримати в дослідіх високу врожайність зерна досліджуваної культури – в

середньому, а 2024 рік був досить посушливий і урожайність була нижчою за попередній рік.

Таблиця 3

Урожайність пшениці озимої залежно від застосування мінеральних та бактеріальних добрив

Варіант	Роки		Середнє значення
	2023	2024	
Контроль (без добрив)	5,03	4,10	4,57
N ₆₀	6,52	4,64	5,58
P ₆₀	6,08	4,24	5,16
Ризоагрін	6,46	4,27	5,37

Варіант із використанням добрива N₆₀ показує найвищу середню урожайність (5,58 т/га) за обидва роки дослідження. Найнижча урожайність спостерігається у контрольному варіанті (4,57 т/га), що підкреслює ефективність застосування добрив у порівнянні з контрольним варіантом без добрив. Всі варіанти із застосуванням добрив демонструють суттєве зниження урожайності у 2024 році через несприятливі погодні умови, проте залишаються продуктивнішими за контрольний варіант.

Висновок. Впровадження елементів біологізації у технологію вирощування пшениці озимої є іноваційним та ефективним підходом для підвищення врожайності та якості продукції, зниження хімічного навантаження на довкілля та покращення родючості ґрунтів. Використання біопрепарата сприяє збагаченню ґрунту корисними мікроорганізмами та поживними речовинами, що підвищує стійкість рослин до стресових факторів і зменшує потребу в агрохімікатах. Загалом, елементи біологізації технології вирощування пшениці озимої не лише покращують екологічні показники агровиробництва, але й забезпечують економічну ефективність завдяки зниженню витрат і підвищенню стабільності врожаїв.

Список використаної літератури

1. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. Вінниця Твори, 2020. 192 с.

2. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.

3. Думич В.В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування озимих зернових культур. Техніка і технології АПК. 2018. № 2. С. 19-22.

4. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Залежність системи удобрення та продуктивності ячменю ярого. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2012. Вип. 6 (68). С. 35-43.

5. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика). Вінниця: «Друк», 2022. 392 с.

6. Ходаніцька О.О., Колісник О.М. Вплив регуляторів росту на процеси проростання насіння кукурудзи. Trends of modern science 2020. May 30 June 7, С. 38-40.

Максим РЯБИЙ*¹¹,
студент 3-го курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЯБЛУНІ

***Анотація.** Вирощування яблуні є однією з ключових галузей садівництва, яка вимагає комплексного підходу та врахування багатьох факторів. У статті розглянуто основні аспекти цього процесу, зокрема вибір сорту, кліматичні умови, тип ґрунту, технологію посадки, агротехнічні заходи, а також захист дерев від хвороб і шкідників. Важливе місце відведено питанням адаптації сортів до регіональних особливостей клімату, що дозволяє досягати високої врожайності та якості плодів. Описано вимоги до ґрунту, зокрема його родючість, структуру та кислотність, що є основою для здорового росту яблунь. Особлива увага приділяється агротехнічним заходам, таким як обрізка, полив та удобрення, що забезпечують оптимальні умови для розвитку дерев і підвищення їхньої продуктивності. Також наголошується на важливості правильного захисту від шкідників і хвороб, з використанням як хімічних, так і біологічних методів. Стаття розкриває важливі аспекти збору та зберігання врожаю, що дозволяють зберегти якість яблук на тривалій період і забезпечити їх транспортування без втрат.*

***Ключові слова:** вирощування яблуні, сорти, врожайність, кліматичні умови, ґрунт, обсяг виробництва.*

***Annotation.** Growing an apple tree is one of the key branches of horticulture, which requires an integrated approach and consideration of many factors. The article discusses the main aspects of this process, in particular the choice of variety, climatic conditions, soil type, planting technology, agrotechnical measures, as well as the protection of trees from diseases and pests. An important place is given to the issues of adaptation of varieties to regional climate features, which allows achieving high yields and fruit quality. The requirements for the soil, in particular its fertility, structure and acidity, which are the basis for the healthy growth of apple trees, are*

¹¹Науковий керівник: Паламарчук І.І, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

described. Particular attention is paid to agronomic measures such as pruning, watering and fertilization, which provide optimal conditions for the development of trees and increase their productivity. It also emphasizes the importance of proper protection against pests and diseases, using both chemical and biological methods. The article reveals important aspects of harvesting and storage of crops, which allow you to preserve the quality of apples for a long period and ensure their transportation without losses.

Key words: *apple tree cultivation, varieties, yield, climatic conditions, soil, production volume.*

Вступ. Яблуня—одна з найулюбленіших і найпоширеніших плодкових культур у світі, яка займає важливе місце в аграрному секторі багатьох країн, зокрема й України. Ця рослина не лише радує нас смачними і корисними плодами, але й має значну економічну цінність. Яблука використовуються в харчовій промисловості, медицині, а також у кулінарії. Вирощування яблуні – це не лише наука, а й мистецтво, яке вимагає знання особливостей агрономії, кліматичних умов та технологій догляду. Успішне вирощування яблуні залежить від багатьох факторів, таких як вибір сорту, правильна агротехніка, умови зберігання та боротьба зі шкідниками і хворобами. У цій статті ми розглянемо основні особливості вирощування яблуні, які допоможуть садівникам отримати високі та якісні врожаї, а також забезпечити довготривале зберігання плодів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Яблуня – одна з найбільш поширених плодкових рослин у світі. Площі під яблуневими садами становлять майже 5 млн га. За даними 2020 року, площа насаджень яблуні в Україні становить 82,5 тис. га, а валове виробництво плодів – 1172,8 тис. т (табл. 1). Погодні умови значно впливають на врожайність усіх сільськогосподарських культур відкритого ґрунту, включаючи яблуні. За останнє десятиліття середньорічна температура в Україні підвищилася приблизно на 2 °С. Однак ці зміни клімату супроводжуються періодами як аномальної спеки, так і надзвичайно низьких для рослин температур. Також спостерігаються чергування періодів надмірних опадів і посух. Тому важливо обирати сорти плодкових культур, які можуть витримувати різні несприятливі умови, характерні для певного регіону.

Таблиця 1

Виробництво яблунь за 2021-2023 рр.

рік	площанасаджень, тис.га		обсягвиробництва (валовийзбір) іззагальноїплощі обсягвиробництва (валовийзбір) іззагальноїплощінасаджень, тис.ц	урожайність, ц з 1 га площінасаджень у плодovому віці
	усього	у плодovому віці		
2021	93,7	84,4	12788,7	151,5
2022	84,5	76,9	11291,2	146,9
2023	82,5	75,6	11727,5	154,8

Перший етап у процесі вирощування яблуні – це вибір сорту. Сорти яблунь розрізняються за термінами дозрівання (літні, осінні та зимові), стійкістю до хвороб, врожайністю, якістю плодів та їхньою транспортабельністю. Літні сорти: дозрівають у середині літа і мають відносно короткий термін зберігання. Осінні сорти: дозрівають на початку осені, мають більш тривалий термін зберігання і часто використовуються для споживання в свіжому вигляді та для переробки. Зимові сорти: збираються пізньої осені, добре зберігаються і можуть залишатися свіжими до весни. Важливо обирати сорти, які пристосовані до кліматичних умов регіону, а також враховувати ринок збуту, якщо йдеться про комерційне вирощування [2].

За вимогою до тепла сорти яблунь поділяються на три групи: теплолюбні, помірно теплолюбні та найменш теплолюбні. Теплолюбні сорти, такі як Голден Делішес і Ренет Симиренка, потребують середньої температури повітря під час вегетації близько 15,5 °С та суми активних температур (понад 10 °С) не менше 3500 °С. Помірно теплолюбні сорти, як-от Бойкен, Уелсі та Боскопська красуня, розвиваються за умов середньої температури 14,5-15 °С. Найменш теплолюбні сорти, включаючи Антонівку звичайну, Папіровку, Боровинку та Донешту, комфортно почуваються при середній температурі 13,5-14 °С, а їхня потреба в сумі активних температур в межах вегетаційного періоду становить близько 1500°С [3].

Яблуня добре росте у помірному кліматі. Температурний режим має велике значення для розвитку дерева. Занадто низькі температури можуть пошкодити дерева в зимовий період, а пізні весняні заморозки – вбити квіти та молоді плоди. Ідеальними є регіони з помірно прохолодними зимами та теплими, але не спекотними літами.

Опади також мають велике значення. Для яблуні необхідно близько 600-800 мм опадів на рік. У посушливих регіонах потрібно передбачати систему зрошення.

Зимостійкість – це здатність рослин витримувати різноманітні несприятливі умови зимового періоду, такі як морози, сильні вітри, відлиги і повторні похолодання. Найбільш стійкі сорти (Антонівка, Папіровка, Слава Переможцям, Амулет, Едера, Гренні Сміт та інші) можуть переносити температури до -38-40 °С. Середньозимостійкі сорти (Айдаред, Гала, Гарант, Глостер, Голден Делішес, Елізе та інші) здатні витримати до -34-36 °С. Найменш зимостійкі сорти (Елстар, Джонатан, Кальвіль сніговий, Джеймс Грів) переносять морози до -30-35 °С [3].

Яблуні надають перевагу родючим ґрунтам з хорошою дренажістю. Найкращими є суглинки та супіщані ґрунти з високим вмістом гумусу. Яблуня погано росте на важких глинистих або занадто легких піщаних ґрунтах, оскільки такі ґрунти погано утримують вологу та поживні речовини. Оптимальний рН для яблуні – від 5,5 до 6,5.

Перед посадкою важливо провести аналіз ґрунту для визначення його родючості та кислотності, а також внести необхідні добрива. Оптимальною температурою ґрунту для розвитку кореневої системи є +15...+16 °С. При підвищенні температури понад 20 °С спостерігається пригнічення росту коренів. Основні корені насінневих підщеп витримують заморозки до -16...-22

°С, тоді як у клонових підщеп цей показник становить -9...-13 °С. Всісні корені гинуть при температурі -4,7 °С.

Розглянемо динаміку виробництва яблуні у 2023 році по регіонах (табл. 2).

Таблиця 2

Виробництво яблунь у 2023 році по регіонах

Країна	Господарства усіх категорій			
	Площа насаджень, тис.га		Обсяг виробництва (валовий збір) із загальної площі насаджень, тис.ц	урожайність, ц з 1 га площі насаджень у плодоносному віці
	усього	у плодоносному віці		
Україна	187,1	167,0	19959,1	119,0
Вінницька	23,6	22,1	2596,2	117,7
Волинська	4,5	4,1	415,7	103,4
Дніпропетровська	16,2	13,5	1232,5	91,0
Донецька	2,2	2,1	283,1	133,3
Житомирська	4,4	4,0	483,0	120,4
Закарпатська	13,3	12,5	1093,2	86,1
Запорізька	1,7	1,3	136,7	108,4
Івано-Франківська	8,4	7,6	588,9	78,2
Київська	9,8	8,6	886,2	104,1
Кіровоградська	4,4	3,7	250,7	63,0
Луганська	4,7	3,0	438,1	144,0
Львівська	14,2	13,1	1464,7	110,5
Миколаївська	3,9	3,1	172,4	55,1
Одеська	8,2	7,2	938,2	128,7
Полтавська	6,2	5,2	1223,7	235,8
Рівненська	7,3	6,6	890,5	132,1
Сумська	3,2	3,0	149,6	48,6
Тернопільська	6,3	5,7	1077,1	190,3
Харківська	5,9	5,1	309,3	60,9
Херсонська
Хмельницька	13,3	12,1	2114,0	175,3
Черкаська	5,4	5,0	361,7	70,9
Чернівецька	16,6	15,2	2672,1	175,2
Чернігівська	3,1	2,9	175,2	61,2

Джерело: сформовано автором на основі [2].

Полтавська область має найвищу врожайність серед плодоносних насаджень – 235,8 ц/га, що свідчить про високу ефективність вирощування яблук у цьому регіоні. Тернопільська область також демонструє високу врожайність – 190,3 ц/га. Сумська область має найнижчу врожайність серед плодоносних насаджень – 48,6 ц/га. Вінницька область також має значну площу

насаджень (23,6 тис. га) з врожайністю 117,7 ц/га, що є близьким до середнього рівня по Україні.

Яблуня – світлолюбна культура, хоча сорти поділяються на: світлолюбні (Голден Делішес, Уелсі), помірно вимогливі, тіневитривалі (Папіровка, Антонівка звичайна). Регулюють світловий режим підбором відповідних сортопідщепних комбінацій, форм крон, схем садіння, напрямку рядків (з півночі на південь), щорічним обрізуванням дерев, боротьбою з бур'янами тощо [3].

Для забезпечення нормального росту яблуні щорічно потрібно близько 800–1000 мм опадів. Найбільші потреби у волозі мають пізньозимові сорти, тоді як ранньолітні вимагають значно менше. Дерев на клонових підщепах потребують більше води порівняно з деревами на насінневих підщепах. У плодоносних садах Степової зони для забезпечення водного балансу необхідно близько 5500-6500 м³/га води, а для молодих насаджень – близько 1500 м³/га. Недостатня кількість вологи призводить до передчасного опадання зав'язі, листя і плодів, а також гальмує ріст і розвиток дерев, підсилюючи періодичність плодоношення. Для вирішення цієї проблеми в садах застосовують крапельне зрошення. Щоб зменшити випаровування вологи з поверхні ґрунту, використовують мульчування такими матеріалами, як торф, солома, рослинні залишки та тирса. У регіонах з дефіцитом вологи, де не передбачено поливу, не рекомендується утримувати міжряддя під задернінням.

Технологія посадки яблунь залежить від обраного сорту, типу ґрунту та кліматичних умов. Відстань між деревами повинна бути такою, щоб забезпечити достатнє освітлення і провітрювання крони, що сприяє кращому плодоношенню і знижує ризик розвитку хвороб.

Ями для посадки зазвичай копають заздалегідь, щоб ґрунт осів. Глибина ям зазвичай складає 60-70 см, а ширина – 80-100 см. Підготовка ям включає внесення органічних добрив (гній, компост) і мінеральних добрив (фосфор і калій).

Правильна агротехніка – це ключ до успішного вирощування яблунь. Основні елементи агротехніки включають полив, обрізку, удобрення і захист від шкідників і хвороб. Обрізка яблунь сприяє формуванню правильної крони, яка забезпечує оптимальне освітлення і вентиляцію. Це важливо для зменшення ризику грибкових захворювань і підвищення врожайності. Полив є важливим особливо в період росту плодів. Найбільш ефективним є крапельний полив. Удобрення повинно бути збалансованим і відповідати потребам рослин. Навесні використовують азотні добрива, а восени – фосфорні та калійні [1].

Яблуня піддається ряду хвороб і шкідників, таких як парша, борошниста роса, плодова гниль, попелиця, плодожерка тощо. Для захисту від них використовують комплекс заходів:

1) Хімічний захист – застосування фунгіцидів, інсектицидів та акарицидів. Обприскування проводять в різні фази вегетації для запобігання поширенню хвороб.

2) Біологічний захист – використання природних ворогів шкідників, таких як хижі комахи або птахи.

3) Агротехнічні заходи – правильна обрізка, знищення опалого листя, регулярна обробка ґрунту, яка зменшує ризик інфекції.

Захист яблунь від хвороб і шкідників є критичним елементом у процесі вирощування. Шкідники, як-от плодожерка, можуть спричинити суттєві втрати врожаю, а такі хвороби, як парша та борошниста роса, негативно впливають на якість плодів і загальний стан дерев. Ефективний захист включає як хімічні, так і біологічні методи боротьби, а також агротехнічні заходи, такі як правильна обрізка та своєчасне знищення опалого листя.

Особливу увагу потрібно приділяти збору та зберіганню врожаю. Збирання плодів у правильні строки, уникання пошкоджень під час збору, а також оптимальні умови зберігання (температура і вологість) дозволяють продовжити термін свіжості яблук і зберегти їх товарний вигляд. Зимові сорти можуть зберігатися кілька місяців за умови дотримання правильних умов, що особливо важливо для продажу та тривалого зберігання.

Яблука зберігають в холодильних камерах за температури 0...+2 °С та відносної вологості повітря 90-95%. Тривалість зберігання залежить від сорту та строків збирання врожаю. Літні сорти зберігають 1-2 місяці, осінні - 2-4 місяці, зимові – 4-8 місяців.

Дотримання особливостей вирощування яблуні дозволяє отримувати високі та стабільні врожаї якісних плодів. Яблуня – цінна плодова культура, яка має важливе господарське та харчове значення.

Висновки. Отже, вирощування яблуні – це складний, але водночас надзвичайно перспективний процес, який вимагає комплексного підходу. Для досягнення успіху у вирощуванні цієї плодової культури необхідно враховувати кілька ключових факторів, починаючи з вибору відповідного сорту і закінчуючи забезпеченням належного догляду за деревами впродовж їхнього життєвого циклу. Один із найважливіших аспектів – правильний вибір сорту яблуні. Для успішного вирощування необхідно обрати сорти, адаптовані до конкретних кліматичних умов, що забезпечить стійкість до несприятливих погодних явищ та хвороб. Різні сорти мають свої переваги та обмеження, тому вибір залежить від мети вирощування (для свіжого споживання, переробки чи зберігання). Окрім того, для комерційного вирощування важливо враховувати потреби ринку, щоб забезпечити максимальний прибуток.

Список використаної літератури

1. Аналіз показників урожайності та якості плодів сортів яблуні української та зарубіжної селекції (*Malus Domestica* Borh.) в умовах Поділля. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2022. № 3 (5). С. 102-109.

2. Державна служба статистики. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 06.09.2024).

3. Особливість і вирощування яблуні в умовах змін клімату. URL: <https://techhorticulture.com/osoblyvosti-vyroshhuvannya-yabluni-v-umovah-zmin-klimatu/> (дата звернення: 06.09.2024).

4. Ткачук О.П., Мізерій А.Т. Продуктивність яблуневого саду залежно від удобрення. Сільськогосподарство та лісівництво. 2024. № 2 (33). С. 140-153.

Анастасія СВИСТУН¹²,
Студентка 3-го курсу,
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ У ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ

***Анотація.** У статті розглянуто ефективність та перспективи використання елементів біологізації у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Особливу увагу приділено застосуванню біологічних засобів захисту рослин та іншим природним об'єктам, як альтернативу хімічним препаратам. Окремо акцентовано увагу на ризосферних мікроорганізмах та діазотрофних бактеріях, які відіграють ключову роль у біологізації технологій вирощування сільськогосподарських культур. Зокрема, досліджується ефективність застосування біологічних засобів захисту у технологіях вирощування ячменю ярого. Результати дослідження показують, що використання біологічних препаратів сприяє підвищенню врожайності ячменю ярого, покращенні структури та біологічної активності ґрунту, а також забезпеченні стійкості агроєкосистем до шкідників та хвороб. Оцінено переваги біологічних методів, а саме екологічна безпека, мінімальний вплив на довкілля та інтеграції в сучасні агротехнології для підвищення врожайності та сталого розвитку сільського господарства.*

***Ключові слова:** біопрепарати, ризосферні мікроорганізми, ярий ячмінь, захист рослин, технології з елементами біологізації, урожайність.*

***Annotation.** The article discusses the effectiveness and prospects of using elements of biologisation in crop cultivation technologies. Particular attention is paid to the use of biological plant protection products and other natural objects as an alternative to chemicals. Particular attention is paid to rhizosphere microorganisms and diazotrophic bacteria, which play a key role in the biologisation of crop*

¹²Науковий керівник: Колісник О.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

cultivation technologies. In particular, the effectiveness of the use of biological protection products in spring barley cultivation technologies is investigated. The results of the study show that the use of biological products helps to increase the yield of spring barley, improve the structure and biological activity of the soil, and ensure the resistance of agroecosystems to pests and diseases. The advantages of biological methods, namely ecological safety, minimal environmental impact and integration into modern agricultural technologies for increasing yields and sustainable agricultural development, are assessed.

Keywords: *biological products, rhizosphere microorganisms, spring barley, plant protection, technologies with elements of biologisation, yield.*

Вступ. Для сучасного індустріального агровиробництва застосування засобів захисту рослин є важливою частиною технології вирощування майже всіх сільськогосподарських культур. Впровадження інтенсивних методів ведення сільського господарства призвело до значного підвищення врожайності, але втрати врожаю через шкідників та хвороб також зросли. За даними Міжнародної конвенції про захист та карантин рослин, шкідники та хвороби щорічно знищують до 40% світового врожаю, а пов'язані з цим втрати в сільськогосподарській торгівлі перевищують 220 мільярдів доларів США. З економічної точки зору, систематичний захист рослин є більш економічно ефективним, ніж заходи з ліквідації наслідків, і сучасні хімічні препарати активно використовуються для запобігання таким втратам [1].

Проте поширення інтенсивного рослинництва супроводжується низкою негативних наслідків, зокрема деградацією ґрунтів, забрудненням водойм та агроценозів, що становить загрозу як зараз, так і в майбутньому. Дослідження показали, що хімічні речовини та продукти їх розпаду циркулюють у ґрунті, повітрі та воді, проникають у продукти харчування і навіть поширюються на природні ландшафти, завдаючи їм шкоди. Хоча існує багато різних методів боротьби зі шкідниками, в сучасних системах захисту рослин домінують хімічні підходи, і ця тенденція, ймовірно, збережеться, оскільки пестициди є високоефективними і нині порівняно з іншими способами захисту. У розвинених країнах ринок препаратів захисту рослин суворо регулюється з метою захисту здоров'я людей і навколишнього середовища. Альтернативою хімічним засобам боротьби зі шкідниками та хворобами стають біологічні засоби контролю, включаючи штами мікроорганізмів і мікробні метаболіти, які не токсичні для людини і здатні підтримувати популяції в агроєкосистемах. Частиною цього підходу є розробка та впровадження екологічно безпечних альтернативних систем, орієнтованих на зони, використання енерго- та ресурсозберігаючих технологій, а також біопрепаратів для удобрення та захисту рослин [2].

Виклад основного матеріалу. Ефективність технологій у сільському господарстві при виробництві продуктів харчування залежить від низки факторів, таких як природно-екологічні умови, економічні показники та відновлення біологічних ресурсів. Останні дослідження активно спрямовані на підвищення біологічної продуктивності аграрних систем шляхом застосування різних біологічних підходів. Біологічні методи давно використовуються для підвищення родючості ґрунтів, контролю шкідників і захворювань культурних рослин. Водночас роль біотехнологій в агросекторі зростає, як у вигляді окремих компонентів, так і у складі інтегрованих систем, що поєднують традиційні та інноваційні підходи для підвищення ефективності сільськогосподарських технологій. Впровадження біотехнологій дозволяє не лише вдосконалити існуючі методи, але й створювати нові, більш ефективні рішення, що відповідають сучасним викликам аграрної промисловості, зокрема змінам клімату, стійкості до шкідників і необхідності зменшення хімічного навантаження на довкілля. Це сприяє сталому розвитку сільського господарства та забезпеченню продовольчої безпеки [3].

Ріст коренів та ризосферні процеси мають значний вплив на перетворення та переміщення поживних речовин, що зберігаються в ґрунті, впливаючи на їх ефективне використання рослинами. Кореневі системи рослин можуть адаптуватися до ґрунтових умов не лише шляхом зміни морфологічних характеристик, але й шляхом регуляції фізіологічної активності коренів. Це включає виділення органічних сполук (кислот, вуглеводів, ферментів та інших сигнальних молекул), вивільнення протонів і зміни окислювально-відновного потенціалу, які впливають на ризосферні процеси. [4].

У цьому контексті використання ризосферних мікроорганізмів, зокрема діазотрофних бактерій, для фіксації біологічного азоту є важливим аспектом. Ці мікроорганізми не лише покращують живлення рослин, але й підвищують ефективність використання орних земель і зберігають родючість ґрунтів. Вони сприяють значному зменшенню витрат на синтетичні мінеральні добрива, що робить виробництво більш екологічно чистим і економічно вигідним. Біологізація рослинництва також підвищує екологічну стійкість агроландшафтів, забезпечуючи збереження ґрунтових ресурсів і підтримку їх родючості. Завдяки взаємодії корневих систем рослин з ризосферними мікроорганізмами, створюється комплексна система, яка оптимізує використання ґрунтових ресурсів, покращує здоров'я агроценозів і сприяє сталому розвитку сільськогосподарського виробництва.

В Україні питання взаємодії рослин і мікроорганізмів стає все більш актуальним на тлі скорочення використання мінеральних і органічних добрив, а також хімічних засобів захисту рослин. Це викликає потребу в альтернативних джерелах підтримки агросистем, таких як біопрепарати на основі ризосферних мікроорганізмів. Новітні дослідження виявили штами мікроорганізмів, здатні

ефективно пригнічувати патогенну мікрофлору, що не тільки знижує рівень захворювань у рослин, але й підвищує їх продуктивність та покращує якість врожаю.

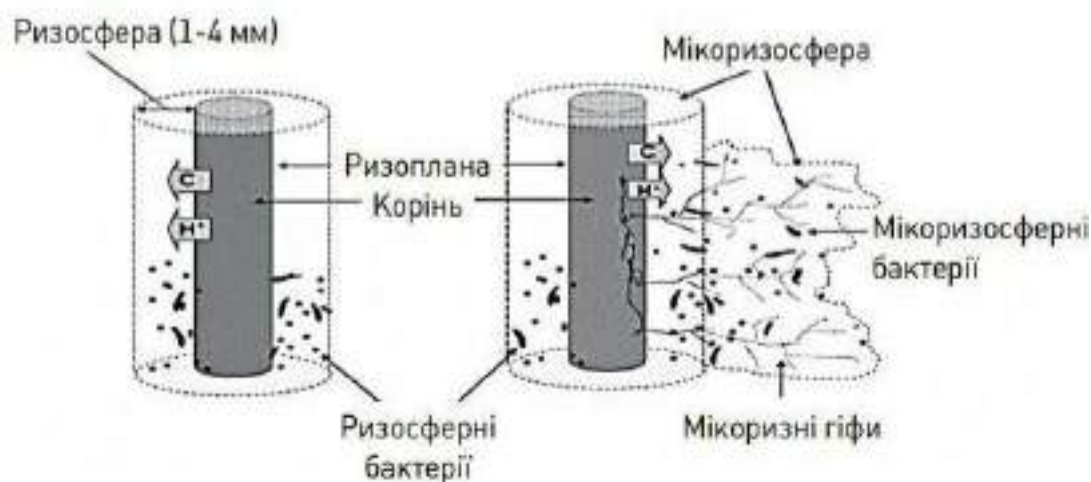


Рис. 1 Схематичне зображення ризосфери і мікоризосфери [4]

Ці наукові досягнення відкривають нові перспективи для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва і сприяють сталому розвитку галузі. Інноваційні біопрепарати комплексної дії можуть значно зменшити хімічне навантаження на довкілля, одночасно підвищуючи врожайність та екологічність продукції, що є важливим фактором для забезпечення продовольчої безпеки та охорони довкілля [5].

Сучасні уявлення про асоціативні діазотрофи свідчать, що це мікроорганізми, які утворюють екзосферні асоціації з кореневою системою рослин. Азотфіксатори активно розмножуються в ризосфері сільськогосподарських культур, створюючи азотфіксуючі рослинно-мікробні комплекси, що забезпечують взаємодію між рослинами, мікроорганізмами та зовнішнім середовищем. У цій комплексній системі частина енергії, що утворюється в процесі фотосинтезу, використовується для перетворення атмосферного азоту в доступні для рослин азотисті сполуки, що є ключовим елементом біологічної азотфіксації.

Ризосферні бактерії для процесу фіксації азоту використовують продукти фотосинтезу рослин, такі як легкодоступні органічні речовини, кореневі виділення та відмираючі частини коренів. Для фіксації одного грама азоту рослини витрачають від 4,1 до 24,2 грамів вуглеводів, залежно від їх виду та продуктивності. Діазотрофи можуть інтенсивно фіксувати азот лише в умовах співпраці з рослинами, що мають високу фотосинтетичну активність, наприклад, з такими культурами, як пшениця.

Додатково, мінеральний азот у ґрунті та невеликі дози азотних добрив, внесені під час основного обробітку ґрунту, стимулюють азотфіксуючу

активність ризосферних бактерій у зоні кореневої системи сільськогосподарських культур. Особливо ефективно цей процес проходить на ґрунтах, таких як чорноземи звичайні та південні, а також каштанові ґрунти, які мають високу родючість і містять доступні форми азоту для рослин. Ці ґрунти створюють оптимальні умови для підтримки та підсилення процесів азотфіксації, що сприяє покращенню живлення рослин та підвищенню врожайності [6].

За останні десятиліття в Україні зменшилось внесення органічних добрив у сільському господарстві. Для підтримання родючості ґрунту необхідно щонайменше 10-15 тонн органічних добрив на гектар ріллі на рік, а для відновлення втраченої родючості – щонайменше 20 тонн на гектар. Дефіцит органічних матеріалів і надмірне використання хімічних засобів призводять до порушення природних процесів взаємодії між ґрунтом і рослинами. В результаті цього досі існують проблеми з кореневими і прикорневими гнилями, септоріозом, фузаріозом та іншими хворобами сільськогосподарських культур [7].

За результатами польових досліджень вітчизняних вчених, біологічний захист демонструє ефективність на рівні 82-87%. Хоча ця ефективність дещо поступається ефективності якісних хімічних препаратів, з точки зору екології використання біозахисту є обґрунтованим. Біологічний захист сприяє поліпшенню родючості ґрунту, збереженню флори та фауни, а також підтримує природне розмноження корисних ентомофагів, азотфіксуючих бактерій і інших корисних мікроорганізмів. Це дозволяє забезпечити екологічну стійкість агроєкосистем, знижуючи негативний вплив на довкілля і сприяючи відновленню природних процесів у ґрунті.

Сучасні технології вирощування ячменю ярого розроблені з метою забезпечення високих і стабільних урожаїв, створюючи оптимальні умови для розвитку рослин. Використання біологічних засобів захисту та збалансованих систем живлення сприяє покращенню якості структури врожаю, що дозволяє підвищити зернову продуктивність ячменю за одночасного зниження витрат на економічні та трудові ресурси. Крім того, такі технології забезпечують стійкість рослин до стресових факторів, підвищують їхню стійкість до захворювань і шкідників, сприяючи більш ефективному використанню ресурсів і підвищенню екологічної стійкості агровиробництва [8].

З метою підвищення ефективності вирощування ячменю ярого, покращення зернової продуктивності, а також забезпечення екологічної стійкості агровиробництва було проведено дослідження щодо застосування біологічних засобів захисту рослин і збалансованих систем живлення. Метою дослідження було вивчення впливу цих технологій на стійкість ячменю до стресових факторів, його опірність до захворювань та шкідників. Дослідження

проводили на дослідних ділянках Вінницького національного аграрного університету Вінницького району с. Агрономічне.

За даними таблиці можна зробити висновок, що середня довжина колоса (см) змінюється залежно від використаних препаратів. Найдовші колоси зафіксовані при застосуванні добрива N₃₀P₁₅ (9,3 см), тоді як найкоротші – при використанні Ризоаргіну (8,3 см). Кількість зерен у колосі, шт., також варіюється: найбільше зерен було отримано при застосуванні N₃₀P₁₅ (13,2 шт), а найменше – в контрольній групі (11,8 шт). Щодо маси 1000 зерен (г), максимальне значення було досягнуто при використанні N₃₀P₁₅ (48,9 г), а найменше – в контрольному варіанті без добрив (47,5 г).

Загалом, використання добрив покращує показники кількості зерен та їхньої маси у порівнянні з контрольним варіантом без добрив. Найвищі результати показало добриво N₃₀P₁₅ (табл. 1).

Таблиця 1

Елементи структури урожаю ячменю ярого залежно від агротехнологічних заходів

Застосований препарат	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г
Контроль (без внесення добрив)	8,5	11,8	47,5
N ₃₀ P ₁₅	9,3	13,2	48,9
Ризоаргін	8,3	12,8	48,6

Вирощування ярих культур, зокрема ярого ячменю, має тісний зв'язок із рівнем вологості ґрунту. Під час проведення досліджень кліматичні умови були відносно сприятливими для отримання врожаю цієї культури. У 2023 році сприятливі погодні умови дозволили отримати високий рівень врожайності ярого ячменю. Однак, у 2024 році спостерігалася значна посуха, що негативно позначилося на рості та розвитку рослин. Це призвело до помітного зниження врожайності у порівнянні з попереднім роком. Недостатня кількість вологи також вплинула на якісні характеристики зерна, зокрема на його масу та кількість зерен у колосі, що зменшило загальну продуктивність посівів. Також варто відзначити, що посуха може негативно впливати на стійкість рослин до хвороб і шкідників, що додатково ускладнює вирощування ярого ячменю в умовах недостатнього зволоження.

Таблиця 2

Вплив елементів біологізації на урожайність зерна ячменю ярого

Застосований препарат	Урожайність, т/га		Середнє значення
	2023 р.	2024 р.	
Контроль (без внесення добрив)	3,98	3,79	3,89
N ₃₀ P ₁₅	5,02	4,66	4,84
Ризоаргін	4,38	4,34	4,36

Варіант із застосуванням добрива N₃₀P₁₅ продемонстрував найвищу середню урожайність (4,84 т/га) за два роки досліджень. Найнижчий показник урожайності спостерігався у контрольному варіанті без внесення добрив (3,89 т/га), що підтверджує позитивний вплив мінерального живлення на врожайність ярого ячменю. Незважаючи на зниження урожайності у 2024 році внаслідок несприятливих погодних умов, усі варіанти з використанням добрив продемонстрували вищі показники врожайності порівняно з контролем.

Окремо варто відзначити, що застосування біологічного препарату Ризоагрін забезпечило дещо нижчу, але стабільну урожайність (4,36 т/га), що свідчить про потенціал біологічних методів у підвищенні родючості ґрунту та поліпшенні живлення рослин (табл. 2).

Загалом, результати дослідження підтверджують ефективність застосування мінеральних добрив для підвищення врожайності ярого ячменю, особливо в умовах недостатнього зволоження. Однак, варто зазначити, що біологічні препарати також можуть бути перспективним напрямком для підвищення стійкості рослин до несприятливих умов та зменшення негативного впливу на довкілля.

Висновок. Отже, у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва біологізація технологій вирощування культур стає все більш актуальною. Це обумовлено потребою підвищення екологічної стійкості агроecosystem, поліпшення родючості ґрунтів та зменшення залежності від хімічних добрив і засобів захисту рослин. Біологічні методи, зокрема використання ризосферних мікроорганізмів, мають великий потенціал для вирішення цих завдань, забезпечуючи фіксацію біологічного азоту, покращення структури ґрунту та зменшення ерозії. Ці методи взаємодіють з кореневою системою рослин, створюючи мікробіоценози, які підтримують здоров'я та продуктивність агроценозів. Вони є екологічно безпечними і дозволяють знизити витрати на синтетичні добрива і пестициди, що є важливою економічною перевагою.

Перспективи біологізації включають інтеграцію новітніх технологій і біопрепаратів для покращення стійкості рослин до шкідників і хвороб, що підвищує якість і екологічну чистоту продукції. В Україні, де спостерігається зменшення використання мінеральних добрив і хімічних засобів, біологічні методи можуть суттєво оптимізувати агротехнології, компенсуючи дефіцит живлення рослин і покращуючи їхню продуктивність. Тому, біологізація технологій вирощування культур є перспективним напрямком для сталого розвитку аграрного сектору, що сприятиме підвищенню врожайності, економічної вигоди та збереженню природних ресурсів.

Список літературних джерел

1. Корнійчук М.С. Захист польових культур від шкідників і хвороб за технологій органічного виробництва. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2014. Вип. 1-2. С. 98-110.
2. Лебідь Є.М. Зернове виробництво Дніпропетровщини: стан і перспективи розвитку. Бюлетень Інституту зернового господарства 2006. № 28–29. С. 143–150.
3. О. Демидов, М. Гаврилук, В. Федоренко та ін. Зерно високої якості. Аграрний тиждень. 2010. №15. С. 7-8.
4. Ризосферний менеджмент: новітній підхід до підвищення врожайності: URL: <https://agrovio.com.ua/article.php?id=112> (дата звернення 02.09.2024)
5. Ярошенко С. С. Вплив протруйників насіння на продуктивність пшениці озимої. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2012. №2. С. 137-139.
6. Гангур В. В. Ефективне внесення мікроелементів під зернові культур у сівозмінах Лісостепу Вісник аграрної науки. 2003. №4. С. 35-37.
7. Шувар І., Гнидюк В., Бунчак О. Технології поліпшення родючості ґрунту. 2016. № 2 (119). С. 158-163.
8. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Залежність системи удобрення та продуктивності ячменю ярого. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки. Вінниця, 2012. Вип. 6 (68). С. 35-43.

Дмитро СВЯЩУК¹³,
студент 4-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОТРЕБИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ БАВОВНИКУ В УКРАЇНІ

***Анотація.** Через вторгнення в Україну війна вичерпала не тільки українські, але й західноєвропейські склади артилерійських снарядів, що всвою чергу призвело до різкого дефіциту і подорожчання їх на ринку та скрутної ситуації на фронті. Щоб вирішити проблему нестачі снарядів Україна почала процес масштабування виробництва, в тому числі вибухових речовин для боєприпасів шляхом вирощування не притаманних для нашої країни рослини, як бавовнику, з якого виготовляють бавовняний лінт.*

***Ключові слова:** бавовник, агротехніка, посухостійкість, зрошення,*

¹³Науковий керівник: Шевченко Н.В. кандидат с.-г.наук, старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

Annotation. *Due to the invasion of the Russian Federation in Ukraine, the war exhausted not only Ukrainian, but also Western European warehouses of artillery shells, which in turn led to a sharp shortage and increase in their market and a difficult situation at the front. In order to solve the problem of the lack of shells, Ukraine began the process of scaling up production, including explosives for ammunition. By growing plants that are not native to our country, such as cottonwood, from which cotton lint is made.*

Keywords: *cotton, agricultural technology, drought resistance, irrigation, military industry.*

Вступ. Бавовняний лінт є основною сировиною для виготовлення нітроцелюлози, що широко застосовується в артилерійських снарядах та інших вибухових речовинах [1]. Оборонний сектор потребує близько 10 тисяч тонн целюлози щорічно, що вимагає вирощування бавовни на площі не менше 30 тисяч гектарів. У реєстрі сортів поки що представлено лише два сорти, і внутрішні селекційні програми не здатні запропонувати нові адаптовані сорти, які відповідали б високим стандартам сировини для виробництва пороху. Новий закон дозволяє реєструвати нові сорти, включаючи генетично модифіковані (ГМ). Раніше реєстрація стандартних сортів займала 2-3 роки, а для ГМ-сортів вона була взагалі заборонена. Враховуючи наявні кліматичні умови та ресурси, Україна може оперативно створити потужну систему постачання цієї сировини для промисловості. Для цього потрібно запустити виробництво бавовни на спеціалізованих заводах, які закуповуватимуть сировину від виробників. Впровадження швидкостиглих сортів і сучасних технологій переробки допоможе не тільки задовольнити внутрішні потреби, але й відкрити можливості для експорту.

Виклад основного матеріалу. У травні були засіяні перші поля бавовника, на Одещині висадили п'ять експериментальних сортів. Сучасні сорти походять з Німеччини, США та Туреччини [4].

За інформацією Департаменту аграрної політики Одеської ОВА, селекціонери впевнені, що південна частина України має сприятливі умови для вирощування цієї культури, особливо в посушливих регіонах. На травень близько 10 підприємств виявили зацікавленість у засіві експериментальних полів, щоб визначити економічну доцільність та потенціал вирощування бавовни. Якщо ці експерименти будуть успішними, площі під посівами можуть значно зрости. Однак фермери повинні опанувати технологію вирощування і налагодити внутрішню переробку. На грудневій зустрічі з представниками оборонного сектору президент Володимир Зеленський повідомив, що виробництво зброї та військової техніки було збільшено утричі, зокрема, відбувається активне нарощування випуску снарядів. На 2024 рік Україна планує зосередитися на виробництві пороху і вибухових речовин, і власна бавовняна целюлоза може стати ключовим елементом у створенні повного

циклу виготовлення боєприпасів [4].

Європа отримує понад 70% свого бавовняного лінту з Китаю, що створює ризики постачання через геополітичні чинники. Китай постачає майже половину світового обсягу бавовняного лінту, а його основні імпортери – Німеччина, Швеція та Бельгія. ЄС має намір збільшити виробництво 155-мм снарядів за стандартом НАТО до 1,4 мільйона на рік, але цей процес гальмується через нестачу нітроцелюлози. Європейські оборонні компанії визнають, що залежність від китайських поставок ускладнює нарощування виробництва вибухових речовин. Країни Європи, включаючи Німеччину, намагаються диверсифікувати джерела постачання критичних матеріалів, щоб зменшити ризики залежності від Китаю. Виробники вже шукають альтернативні шляхи, і німецька компанія Rheinmetall, дочірнє підприємство якої Nitrochemie виробляє нітроцелюлозу, планує розширити виробництво і створити нові потужності для виробництва боєприпасів [1].

Порох може виготовлятися будь-якою країною, яка має розвинену хімічну промисловість. Однак основною проблемою залишається наявність відповідної сировини для виготовлення таких матеріалів, як вибухівка або інші горючі речі. Відповідно, для цього використовується зазвичай целюлоза. Вона зазвичай природного походження, тобто її вирощують, а не лише виробляють. [2]. Верховна Рада спростила в Україні вирощування бавовника для оборонних потреб.

Виготовити вибухівку, котрою починають патрони, снаряди та ракети, не можна без бавовнику. Тож Верховна Рада на засіданні 23 квітня 2024 року ухвалила в цілому законопроект № 10427-1 про внесення змін до деяких законів України щодо поширення сортів бавовника в Україні. Значний рівень зарегульованості дозвільних процесів щодо випробувань, державної реєстрації і сертифікації сортів бавовника, створених за допомогою сучасних методів біотехнологій надзвичайно ускладнює та практично унеможлиблює їх законне ввезення для досліджень та промислового вирощування в Україні

У Держреєстрі містяться відомості лише щодо двох сортів українського бавовника. Наукові селекційні установи не спроможні запропонувати для галузі адаптовані сорти, що забезпечили б високі стандарти отриманої сировини для подальшої переробки. Тож прийняття нового законопроекту дозволяє зареєструвати права на сорти бавовнику, у тому числі і на генномодифіковані, упродовж місяця після підписання закону (зараз це 2-3 роки).

При цьому виробництво порохів в Україні занепало вже давно, тому ВПК критично залежав від поставок партнерів [3]. Нітроцелюлозу отримують дією на очищену, розпушену та висушену целюлозу сумішшю сірчаної та азотної кислот.

Другим важливим компонентом пороху є нітрогліцерин. Він виробляється з гліцерину, який одержують із пропілену, а його одержують із газів, що утворюються при високотемпературній переробці нафти. Крім цих компонентів застосовуються різні стабілізатори, каталізатори і так далі, але їхня кількість у порівнянні з нітроцелюлозою у складі пороху є дуже малою [4].

До 2014 року спорядженням боєприпасів середніх і великих артилерійських калібрів займався Донецький казенний завод хімічних виробів і хімічне казенне об'єднання ім. Петровського, які тепер перебувають на окупованій території Донецької області. Крім того, загублені ще ряд стратегічно важливих підприємств цієї сфери – так, наприклад, хімічне казенне об'єднання імені Г.І. Петровського в м. Красний Луч, де виробляється вибухівка, порох, тверде ракетне паливо.

Тож вже після 2014 року (початку російської агресії на нашу територію), але ще до повномасштабного вторгнення Росії Україна змушена була закуповувати порох, зокрема у сусідній Польщі. В Україні проблему намагалися вирішити: так, восени 2017 року ми закупили у Південній Кореї лінію з виробництва снарядів і гільз калібру від 100 до 155 мм. Проте сировинні проблеми до кінця подолані не були.

Вочевидь, це спостерігається й досі – тому у нас і збираються налагоджувати «повний цикл» виробництва боєприпасів, починаючи із вирощування власної бавовни.

Україна гостро потребує артилерійських снарядів, котрі знайти не так просто. Та й вартість снарядів за майже три роки великої війни зросла щонайменше втричі. Однією з причин, що ускладнює пошук потрібної кількості, є дефіцит пороху. А це також відбивається на ціні.

Загалом, бавовництво в Україні було поширене ще з кінця ХІХ ст., сировину вирощували на півдні країни. Зараз бавовник пропонують висаджувати у Бесарабії – на південному заході країни, між Дністром на півночі та Дунаєм на півдні.

Перші спроби вирощувати бавовник на Півдні України були у 1827 р. Тоді в Херсонському повіті посіяли 5 га. У промислових масштабах на Херсонщині його почали вирощувати в 30-х роках минулого століття. Посівні площі з 1930 по 1935 рік зросли у 8 разів. Перерваний німецькою окупацією розвиток галузі відновився тільки в 1945 р. Оскільки собівартість отриманого сирцю була значно вищою, ніж середньоазійського, 1954 р. вирощування його на Херсонщині припинилось.

Сьогодні прогресивні сорти та значне потепління сприяє високим врожайам культури [5].

Культура невимоглива до посушливого клімату і вирощувати бавовну у степах на півдні України можна з успіхом [4].

Вирощування бавовника цілком дозволить Україні за умов власного виробництва скоротити дефіцит снарядів.

А ще Україна зможе залучити 30-50 млн доларів інвестицій у завод із виробництва сирцю. Початкова потужність заводу становитиме 1,5 тис. т сирцю на рік із подальшим збільшенням виробництва до 6 тис. т.

Задля гідної конкуренції з ворогом нам потрібно дуже поспішати. Хоч усі російські порохові заводи перебувають під санкціями ЄС, росіяни успішно отримують бавовну з Узбекистану [4].

Біологічні особливості бавовника. Бавовник (*Gossypium L.*) належить до родини Мальвових. Бавовник у спекотних країнах вирощується як багаторічна культура, але найчастіше його вирощують як однорічну. Він має стрижневий корінь, який проникає у ґрунт на глибину до 2-2,5 м, а його пряме стебло частково здерев'яніле. У районах, де вирощують бавовник, він утворює кущ висотою 80-100 см із 7-15 бічними гілками. Розрізняють два типи гілок: ростові (моноподіальні) та плодові (симподіальні), на яких утворюються квітки та плоди.

Квітки бавовника зазвичай великі, кремові або білі, і кожна квітка цвіте лише один день. Хоча бавовник є самозапильною рослиною, можливе також перехресне запилення. Плід бавовника – це коробочка, що містить 5-11 насінин, вкритих короткими волокнами (лінтером) та довгими волосками. Довжина насінини складає 9-12 мм, а ширина – 6-8 мм, при цьому маса 1000 насінин варіюється залежно від сорту (60-160 г і більше).

Бавовник – теплолюбна рослина, що не витримує приморозків, а оптимальна температура для його розвитку становить 25-30 °С.

Найкраще розмістити бавовник після люцерни. Вона збагачує ґрунт азотом, знижує рівень залягання ґрунтових вод, розсолює ґрунт. Добрими попередниками є також зернобобові, кукурудза. Монокультурне вирощування бавовнику призводить до зменшення врожайності на 30-50%. Бавовна виростає найкраще в глинястому чи глиносуپیщаному ґрунті з кислим рН (5,5-7,0). Добре витримує засолення [5].

Зяблеву оранку під бавовник проводять у жовтні на глибину 25-30 см. Навесні поле боронують у два сліди, а після поливів культивують на глибину 8-10 см або застосовують чизелювання (на важких ґрунтах) на глибину 15-16 см з наступним боронуванням у два сліди. Під час внесення добрив бавовник можна вирощувати і як повторну культуру. У кращих господарствах, де збирають високі врожаї бавовнику (50-70 ц/га), вносять по 15-20 т/га гною і повне мінеральне добриво ($N_{120-130}P_{80-140}K_{40-50}$). У разі висівання бавовнику після люцерни дозу азотних добрив зменшують до 70 кг/га діючої речовини. Найефективніше одночасне внесення органічних і мінеральних добрив. Для поліпшення умов живлення під час сівби бавовнику рекомендується вносити гранульований суперфосфат (P_{15-20}) або нітрофоску на відстані 5-8 см від рядка на глибину 12-15 см. На початку бутонізації посіви підживлюють азотними і фосфорними добривами – по 30 кг/га діючої речовини.

Бавовник потребує високих норм мінеральних добрив. Норма їх внесення залежить від попередника, родючості ґрунту та ін. Після люцерни вона становить $N_{50-70}P_{80-100}K_{50-70}$ після інших попередників норму добрив підвищують до $N_{120-140}P_{80-100}K_{80-100}$. Органічні добрива краще вносити під попередник. Урожайність бавовнику підвищується на 6-7 ц/га при використанні зеленого добрива – післяжнивні посіви гороху.

Бавовник сіють за температури ґрунту на глибині 10 см 12-15 °С пунктирним способом з шириною міжрядь 90 см. Норма висіву насіння – 30-90 кг/га. Насіння загортають на глибину 4-5 см. Сіють широкорядним способом з

міжряддям 70-90 см. Глибина загортання насіння становить 4-5 см. Норма висіву 80-90 кг/га. Строк сівби пізній, коли ґрунт на глибині 10 см прогрівається не менше як на 12-15°C, що припадає на першу-другу декаду травня в умовах півдня України.

Після сівби поле коткують, проводять до сходове боронування. У період утворення двох справжніх листків формують густоту, залишаючи 7-9 рослин на 1 м довжини рядка. Густота стояння рослин на момент збирання в неполивних умовах 60-80 тис./га та 90-100 тис./га – на зрошенні. Міжрядне розпушення проводять у міру з'явлення сходів бур'янів і після кожного поливу. Поливають 2-4 рази з нормою 500-600 м³ води на 1 га. Після утворення 14-16 плодкових гілок зрізують верхівку рослин (чеканка).

Збирають урожай вручну по мірі досягання коробочок, проводячи 3-5 зборів бавовнику-сирцю. Перед комбайновим збиранням для підвищення якості продукції рекомендується проводити дефоліацію Реглоном (2 кг/га) при розкритті 2-3 коробочок. Після дефоліації коробочки швидше досягають і всі рівномірно розкриваються [5].

Переробка врожаю бавовника передбачає кілька ключових напрямів. Одним із них є екстракція олії з насіння бавовнику, яке містить близько 29% олії. Ця олія знаходить застосування як у харчовій, так і в технічній сферах.

Основним напрямком переробки бавовнику є виготовлення текстильних виробів. Бавовняна тканина високо цінується за її м'якість, легкість, безпечність для здоров'я та добру теплопровідність. Тканини з бавовни широко використовуються для виробництва одягу, зокрема літніх речей, таких як футболки, сарафани та шкарпетки, де частка бавовняних ниток часто перевищує 50%. Це пояснюється її здатністю швидко вбирати і віддавати вологу. Тільки довгі бавовняні волокна застосовуються у текстильній промисловості, тоді як коротші волокна переробляються на гігієнічні продукти, такі як ватні тампони, прокладки та памперси.

Бавовняний підпушок, що залишається після переробки насіння, використовується в виробництві пластмас, фотопаперу, фотоплівок і лакофарбових матеріалів. Відходи переробки, такі як макуха і лушпиння, також мають цінність: їх додають у комбікорми для великої рогатої худоби завдяки високому вмісту білків (більше 40%).

Особливий інтерес для України представляє бавовняна целюлоза, отримана з очищеної бавовни. Ця целюлоза є важливою сировиною для оборонної промисловості. Вона використовується для виробництва нітроцелюлози, з якої виготовляють порох, а також у виробництві зарядів до танкових снарядів.

Висновок. Вирощування бавовнику допоможе Україні зменшити залежність від імпортової нітроцелюлози та сировини для боєприпасів, що особливо важливо в умовах поточної війни. Окрім внутрішніх потреб, можливі також перспективи експорту продукції.

Список використаних джерел

1. 1.Європейські виробники зброї попередили про залежність від китайської бавовни, яка потрібна для снарядів. URL:<https://babel.ua/news/105796-yevropeyski-virobniki-zbroji-poperedili-pro-zalezhnist-vid-kitayskoji-bavovni-yaka-potribna-dlya-snaryadiv>(дата звернення: 07.09.2024).
2. «Воюємо неправильно». Чому у світі виникає дефіцит снарядів та яке може бути рішення.URL:<https://nv.ua/ukr/ukraine/events/deficit-porohu-u-sviti-nihto-ne-ochikuvav-takih-artilerijskih-obstriliv-shvec-novini-ukrajini-50428113.html>(дата звернення: 07.09.2024).
3. Без бавовни порох неможливий: з чого Україна вироблятиме боєприпаси. URL:<https://ua.korrespondent.net/articles/4681986-bez-bavovny-porokh-nemozhlyvyi-z-choho-ukraina-vyrobliatyme-boieprypasy>(дата звернення: 07.09.2024).
4. Снарядам потрібен порох. Як світ шукає "дефіцитний продукт" і навіщо Україні для цього бавовна.URL:<https://www.rbc.ua/rus/news/snaryadam-potriben-poroh-k-svit-shukaє-defitsitniy-1719413881.html#%D0%BA%D0%B0%D0%BA%20%D0%BF%D0%BE%D0%B%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%8E%D1%82>(дата звернення: 07.09.2024).
5. Вирощування бавовнику: місце в сівозміні, обробіток ґрунту, сівба та інші ключові моменти технології.URL:<https://superagronom.com/cards/viroshchuvannya-bavovniku-misce-v-sivozmini-obro-id29636>(дата звернення: 07.09.2024).

Іван СЄДОВ¹⁴,
студент 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ВПЛИВ ЛОБОДИ БІЛОЇ НА БУРЯКИ ЦУКРОВІ ТА МЕТОДИ ЇЇ КОНТРОЛЮ

Анотація. Вказано, що лобода біла (*Chenopodium album L.*) є основним бур'яном, котрий має негативний вплив на сільськогосподарські культури, зокрема, і на буряк цукровий. Висвітлено, що вона є дуже адаптивною та росте в різних умовах навколишнього середовища і часто випереджає споживання значної частини органічних речовин. Наголошено на тому, що наявність лободи білої на полях, котрі заняті буряками цукровими може

¹⁴Науковий керівник: Окрушко С.Є. кандидат с. -г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

призвести до зниження врожайності та збільшення витрат на вирощування цієї культури. Зазначено те, що присутність цього бур'яну на початку вегетаційного періоду може призвести до домінування над рослинами культури. Наведено, що ця конкуренція може призвести до зниження росту буряків цукрових, оскільки посіви позбавляються основних ресурсів, необхідних для оптимального розвитку. В цій статті досліджується вплив лободи білої на буряки цукрові та запропоновано методи її контролю.

Ключові слова: лобода біла; буряки цукрові; сільськогосподарські культури; врожайність; розвиток культури.

Annotation. *It is indicated that white quinoa (*Chenopodium album* L.) is a major weed that has a negative impact on agricultural crops, including sugar beet. It is highlighted that it is very adaptive and grows in various environmental conditions and often outpaces the consumption of a significant part of organic matter. It is emphasized that the presence of white quinoa in fields occupied by sugar beets can lead to a decrease in yield and an increase in the cost of growing this crop. It is noted that the presence of this weed at the beginning of the growing season can lead to dominance over crop plants. It is stated that this competition can lead to a decrease in the growth of sugar beets, as crops are deprived of the main resources necessary for optimal development. This article investigates the impact of white quinoa on sugar beets and proposes methods for its control.*

Keywords: white quinoa; sugar beets; agricultural crops; productivity; development of culture.

Вступ. Лобода біла (*Chenopodium album* L.) широко відомий бур'ян, котрий є дуже адаптивним і є поширений в Європі, зокрема, і в Україні. Даний вид бур'яну створює значні проблеми в сільськогосподарських системах, особливо на таких культурах, як буряк цукровий (*Beta vulgaris*). Як відомо, лобода біла характеризується своїм швидким ростом і високою конкурентоспроможністю, що може серйозно вплинути на ріст, врожайність і якість посівів буряків цукрових. Коли лобода біла закріплюється на полях буряків цукрових, то вона може випереджати споживання за такими життєво важливими поживними речовинами, як азот, фосфор і калій, що призводить до дефіциту поживних речовин у буряках цукрових. Ця конкуренція може призвести до затримки росту, зменшення площі листя та, зрештою, зниження фотосинтетичної здатності буряка цукрового. Відповідно саме тому необхідно унеможливити цю шкоду від бур'яну або вчасно виявити її, щоб можна було вирішити якнайшвидше цю проблему.

Метою цієї статті є дослідження впливу лободи білої на буряки цукрові та наведення пропозицій щодо методів її контролю.

Виклад основного матеріалу. Як відомо лобода біла відзначається своїми високими конкурентними властивостями. Варто врахувати, що цей вид бур'яну може проявляти алелопатичні властивості, коли він виділяє хімікати в ґрунт, які пригнічують ріст сусідніх рослин, включаючи буряки цукрові. Ці алелопатичні

сполуки можуть впливати на проростання насіння, подовження коренів і загальну силу рослин, що ще більше знижує врожайність буряків цукрових. Хоча ступінь цих ефектів різниться, вони додають ще один рівень складності в боротьбі з цим шкідливим бур'яном, котрий має назву лобода біла на полях, де вирощуються буряки цукрові.

Лобода біла є однорічною рослиною, яка може вирости до двох метрів у висоту. Вона має міцне прямостояче стебло з листям, які зазвичай мають трикутну або ромбоподібну форму та вкриті дрібним порошковим нальотом (рис.1). Бур'ян формує маленькі зелені квіти, які розвиваються в скупчення насіння, які можуть зберігатися в ґрунті до 38 років.



Рис. 1 Лобода біла [1]

Потрібно наголосити на тому, що наявність лободи білої на полях буряків цукрових може призвести до значних втрат урожаю. Оскільки бур'ян конкурує з буряками цукровими за світло, воду та поживні речовини, то ефективність фотосинтезу культури знижується, що призводить до меншого накопичення біомаси та, зрештою, до зниження врожаю коренеплодів. Важливо наголосити, що окрім того, лобода біла може вплинути на якість зібраного буряка цукрового, оскільки наявність її може призвести до менших коренеплодів, які менш ефективні у виробництві цукру. Потрібно зазначити те, що цей шкідливий бур'ян також може заважати механічному збиранню врожаю, і тим самим ще більше знижуючи ефективність і якість врожаю буряків цукрових.

Агресивне зростання лободи білої може сприяти деградації ґрунту через виснаження основних поживних речовин і підвищення потреби в частому обробітку ґрунту. Надмірний обробіток ґрунту, який часто використовують для боротьби з білою лободою, може призвести до ерозії ґрунту, втрати органічної речовини та погіршення структури ґрунту. Ці зміни якості ґрунту можуть мати довгострокові наслідки для продуктивності сільськогосподарських угідь, де вирощуються буряки цукрові і стійкості методів ведення сільського господарства.

Крім зниження врожайності лобода біла також може вплинути на якість врожаю буряка цукрового та до втрати ринкової вартості. Культури, котрі забур'янені лободою білою, можуть мати нижчу врожайність, зменшений

розмір і погіршену якість, що може знизити їхню товарність і прибутковість. Наприклад, буряки цукрові, котрі вирощені на полях із високим рівнем присутності лободою білою можуть мати нижчий вміст цукру, що робить їх менш цінними для переробників сільськогосподарської продукції.

З часом наявність лободи білої може знизити загальну продуктивність сільськогосподарських угідь, де вирощуються буряки цукрові. Оскільки бур'ян конкурує з сільськогосподарськими культурами за поживні речовини та воду, він може виснажити ресурси ґрунту та сприяти його деградації. Таке зниження родючості ґрунту може призвести до тривалого зниження врожайності, що в результаті ускладнить фермерам підтримку прибуткової та сталої сільськогосподарської діяльності [1].

Доцільно взяти до уваги той чинник, що домінування лободи білої на сільськогосподарських полях, де вирощують буряки цукрові може призвести до скорочення біорізноманіття. Оскільки цей бур'ян випереджає інші рослини, він може зменшити різноманітність видів, присутніх на полі, що призведе до більш однорідної та менш стійкої екосистеми. Ця втрата біорізноманіття може мати каскадний вплив на всю систему сільського господарства, включаючи втрату середовища існування для корисних комах і запилювачів, котрі мають вирішальне значення для виробництва сільськогосподарських культур і стабільності екосистеми.

Необхідно врахувати той факт, що боротьба з лободою білою має важливе значення для довгострокової стійкості сільського господарства. Покладатися виключно на хімічні методи боротьби не є життєздатним рішенням, оскільки це може призвести до формування стійкості до гербіцидів і шкоди навколишньому середовищу. Натомість для ефективного управління популяціями лободи білої необхідний інтегрований підхід, який поєднує механічні, біологічні та хімічні методи, мінімізуючи негативний вплив на навколишнє середовище та продуктивність сільського господарства. Використовуючи методи інтегрованої боротьби з бур'янами фермери можуть зменшити свою залежність від гербіцидів, покращити стан ґрунту та сприяти біорізноманіттю, що є критично важливим для сталого землеробства.

Доцільно вказати про те, що вплив лободи білої на врожайність і якість буряка цукрового має прямі наслідки для продовольчої безпеки, оскільки населення планети продовжує зростати. Відповідно саме тому як ніколи важливо максимізувати продуктивність сільського господарства в процесі вирощування буряка цукрового. Треба зазначити те, що боротьба з бур'яном – лободою білою має вирішальне значення для того, щоб культури, а саме буряк цукровий могли досягти свого повного потенціалу врожайності, забезпечуючи достатню кількість їжі для задоволення потреб зростаючого населення. Варто пам'ятати про те, що нездатність ефективно боротися з цим бур'яном на превеликий жаль може призвести до значних втрат у виробництві харчових продуктів, зокрема і буряка цукрового, загострюючи продовольчу безпеку та сприяючи зростанню цін на продукти харчування [2].

Методи боротьби з лободою білою на полях, де вирощуються буряки цукрові є наступними:

1. Практики культурного контролю:

- Сівозміна. Одним із найефективніших культурних методів боротьби з лободою білою є сівозміна. Змінюючи вирощування буряків цукрових з іншими культурами, які менш чутливі до шкідливого впливу лободи білої, фермери можуть зменшити кількість насіння бур'янів у ґрунті. Наприклад, зернові та бобові культури можна використовувати в сівозміні, оскільки ці культури можуть потребувати інших гербіцидів або культурних практик, які менш сприятливі для лободи білої.

- Обробіток ґрунту – ще одна культурна практика, яка може допомогти контролювати популяції лободи білої. Обробіток ґрунту перед посівом може порушити проростання насіння лободи білої та зменшити здатність бур'янів прижитися на полі. Крім того, неглибокий обробіток ґрунту на ранніх стадіях росту буряків цукрових може допомогти знешкодити молоді сходи лободи білої до того, як вона добре приживеться.

- Щільність і терміни посіву. Потрібно пам'ятати про той факт, що регулювання густоти та часу посіву також може вплинути на конкурентний баланс між буряками цукровими та лободою білою. Вища щільність посіву буряків цукрових може затінити сходи лободи білої, зменшивши її шкідливий вплив. Крім того, своєчасний посів буряків цукрових може допомогти культурі закріпитися до того, як лобода біла стане серйозною проблемою.

2. Хімічний контроль:

- Гербіциди є основним засобом боротьби з лободою білою на полях, де вирощуються буряки цукрові. Досходові гербіциди, застосовані до того, як цей шкідливий бур'ян проросте, можуть забезпечити контроль на початку сезону та зменшити початковий шкідливий вплив лободи білої на буряк цукровий. Післясходові гербіциди, які застосовуються після появи сходів буряків цукрових і бур'янів, можна використовувати для боротьби з лободою білою, яка не була оброблена раніше.

- Звичайні гербіциди, які використовуються для боротьби з лободою білою, включають препарати, що містять активні інгредієнти, такі як фенмедифам, десмедифам і етофумезат. Однак важливо використовувати гербіциди раціонально, оскільки надмірна залежність від хімічного контролю може призвести до розвитку стійких до гербіцидів популяцій бур'янів, що може ускладнити майбутні заходи боротьби з лободою білою.

- Управління стійкістю до гербіцидів. Для того, щоб запобігти розвитку стійких до гербіцидів популяцій лободи білої, важливо чергувати гербіциди з різними способами дії, а також інтегрувати їх з іншими методами боротьби. Використання гербіцидних сумішей, внесення їх у правильних нормах і забезпечення своєчасного внесення також може допомогти відтермінувати початок резистентності [3].

3. Біологічний контроль:

- Використання покривних культур є біологічним методом контролю, який може допомогти пригальмувати розвиток лободибілої, випереджаючи її за споживанням важливих ресурсів. Необхідно взяти до уваги, що покривні культури, такі як жито або конюшина, можна висаджувати в міжсезоння, щоб забезпечити ґрунтовий покрив, зменшити ерозію ґрунту, а також запобігти приживлюванню лободи білої. Коли посіви покривних культур пригальмовують перед посадкою буряків цукрових, то вони також можуть додати в ґрунт органічні речовини, покращуючи родючість ґрунту.

- Природні хижаки та патогени. Хоча це не широко використовується, існує потенціал для розробки агентів біологічного контролю, таких як комахи, гриби або бактерії, які спеціально спрямовані на лободу білу.

4. Інтегрована боротьба з бур'янами:

- Комбінування стратегій. Важливо вказати на те, найефективнішим підходом до боротьби з лободою білою на полях, де вирощуються буряки цукрові є інтегрована боротьба з бур'янами. Відповідно цей підхід поєднує в собі культурні, хімічні та біологічні методи контролю для сталого та ефективного управління популяціями бур'янів. Слід відзначити те, що інтегруючи кілька стратегій боротьби, фермери можуть зменшити залежність від будь-якого окремого методу, мінімізуючи ризик розвитку резистентності та забезпечуючи довгостроковий контроль лободи білої [4].

- Моніторинг та адаптація. Регулярний моніторинг полів, де вирощуються буряки цукрові є важливим для ефективної інтегрованої боротьби з лободою білою. Перевіряючи поля на наявність лободи білої сільськогосподарські виробники можуть на ранній стадії виявити проблемні ділянки та застосувати цілеспрямовані методи обробки. Адаптація практик господарювання на основі польових умов, погодних умов і шкідливого впливу бур'янів також може підвищити ефективність заходів контролю, котрий в свою чергу стане ефективним результатом, що призведе до збільшення рівня урожаю буряків цукрових.

5. Механічні методи контролю:

- Обробіток ґрунту є одним із найпоширеніших механічних методів боротьби з лободою білою. Обробіток ґрунту перед посівом може порушити ґрунт і знешкодити бур'ян – лободу білу, і тим самим зменшивши його здатність проростати та сходити. Неглибокий обробіток ґрунту на ранніх стадіях росту культури – в даному випадку буряка цукрового може також видалити молоді сходи лободи білої до того, як вони добре приживуться. Однак важливо збалансувати обробіток ґрунту з методами його збереження, оскільки надмірний обробіток ґрунту може призвести до ерозії, а також деградації.

- Мульчування передбачає нанесення шару органічного або синтетичного матеріалу на поверхню ґрунту для придушення росту бур'янів лободи білої. Органічні мульчі, такі як солома, деревна стружка або компост, можуть створити фізичний бар'єр, який перешкоджає появі сходів білої лободи. Мульчування також допомагає зберегти вологість ґрунту, покращити структуру ґрунту та забезпечити поживними речовинами, коли органічний матеріал

розкладається. Синтетичні мульчі, як і пластикові плівки, можна використовувати для деяких високоцінних культур для того, щоб забезпечити більш ефективно придушення росту бур'янів лободи білої.

- Ручна прополка та розпушування. У дрібномасштабних сільськогосподарських роботах або в конкретних ситуаціях з посівами ефективними методами боротьби з лободою білою можуть бути ручна прополка та лушення. Ці методи трудомісткі, але дозволяють точно видалити бур'яни без шкоди для культури, яку вирощують. Ручна прополка особливо корисна для видалення рослин лободи білої, які уникли інших заходів боротьби.

Беззаперечно лобода біла є стійким і конкурентоспроможним бур'яном, який створює значні проблеми для вирощування буряків цукрових. То ж відповідно здатність шкідливого бур'яну – лободи білої випереджати в дозріванні таку сільськогосподарську культуру, як буряк цукровий за основні ресурси, потенційні алелопатичні ефекти та вплив на врожайність і якість роблять його пріоритетом для ефективної боротьби з ним. Впроваджуючи поєднання культурних, хімічних, біологічних та інтегрованих стратегій боротьби з бур'янами, фермери можуть ефективно контролювати популяції лободи білої та мінімізувати їхній вплив на врожайність буряків цукрових. Боротьба з лободою білою має важливе значення не тільки для підтримки продуктивності, а також і для рентабельності сільськогосподарських угідь, на котрих вирощують цукрові буряки, але й для забезпечення сталого ведення сільського господарства [5].

Варто зауважити те, що швидке дозрівання такого шкідливого бур'яну, як біла лобода, висока продуктивність насіння та його здатність розвиватися в різноманітних умовах навколишнього середовища становлять велику проблему для виробників сільськогосподарської продукції. Ефективна боротьба з лободою білою має вирішальне значення для захисту врожайності буряка цукрового, збереження родючості ґрунту, а також зменшення економічного навантаження на фермерів. Вирішення проблем, пов'язаних із цим бур'яном, має важливе значення для підтримки продуктивних і прибуткових систем землеробства.

Буряк цукровий є надзвичайно чутливою культурою до шкідливого впливу бур'янів, особливо на ранніх стадіях росту. Як відомо, ефективний контроль бур'янів є ключовим фактором успішного вирощування та виробництва буряків цукрових. Бур'яни є основною біотичною причиною втрати врожаю всіх польових культур, зокрема, і буряків цукрових. Гербіциди є основним засобом боротьби з бур'янами в насадженнях буряків цукрових, але їх використання створює ряд ризиків. Одним із цих ризиків є їх токсичність. Відповідно саме тому сільськогосподарським виробникам дуже важливо дбати про те, щоб їхні сільськогосподарські угіддя були належно захищеними від такого шкідливого бур'яна, як лобода біла [6].

Отже, важливість боротьби з лободою білою в процесі вирощування буряків цукрових в сільському господарстві важко переоцінити. Як відомо, цей

стійкий і агресивний бур'ян створює серйозну загрозу для рослинництва, економічної стійкості, а також навколишнього середовища. Впроваджуючи ефективні стратегії боротьби з бур'янами та включаючи інтегровані методи боротьби з лободою білою сільськогосподарські виробники можуть зменшити вплив даного бур'яну на свої поля, щоб захистити врожайність і сприяти довгостроковій стійкості сільського господарства.

Висновок. Отож, боротьба з лободою білою в сільському господарстві вимагає багатогранного підходу, який об'єднує механічні, хімічні та біологічні методи боротьби. Кожен метод має свої сильні сторони та обмеження, але при спільному застосуванні вони забезпечують надійний захист від цього стійкого бур'яну. Впроваджуючи методи інтегрованої боротьби з бур'янами, фермери можуть ефективно керувати популяцією такого шкідливого бур'яну, як лобода біла, захищати врожайність культур і в той же час сприяти сталим сільськогосподарським методам. Як відомо, вирішення проблем, пов'язаних з лободою білою має важливе значення для підтримки продуктивних та стабільних сільськогосподарських систем, забезпечення довгострокової життєздатності сільськогосподарського виробництва.

Список використаної літератури

1. Землеробство: підручник / за ред. В.О. Єщенка. Умань: Видавець «Сочінський М.М.», 2022. 420 с.

2. Глотова І. Прямо в ціль: як працює та що дає аграріям точне землеробство: офіційний сайт Agravery.

URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/pramo-v-cil-ak-pracue-ta-so-dae-agrariam-tocne-zemlerobstvo> (дата звернення: 01.09.2024).

3. Руденко М. В. Реалізація цифрових технологій на стадіях виробництва сільськогосподарської продукції. Збірник наукових праць ЧДТУ. 2020. Випуск 56. С. 212-131.

4. Флакей В. В. Біологічні методи боротьби з бур'янами при впровадженні органічної технології за умов «нульового» обробітку ґрунту. Матеріали VI-го Всеукр. пленеру з питань природничих наук. 25-26 червня 2022 р. Одеса: ОДЕКУ, 2022. С. 88-90.

5. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Олексюк. В. П. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій). Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.

6. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Антошак Н. А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.

Владислав СИНИЦЯ¹⁵,
студент 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОРІВ У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ

***Анотація.** Наведено, що помідор є однією з найбільш економічно важливих овочевих культур в Україні. Вказано те, що недавній ринковий попит на вирощування помідорів як на внутрішньому, так і на зарубіжному ринках призвів до збільшення посівних площ під цю культуру. Для того, щоб допомогти виробникам виробляти здорову та якісну продукцію, у цій статті детально представлені агрономічні вимоги до помідорів щодо таких параметрів, як температура, світло, вода, відповідні типи ґрунту та поживні речовини. Методи культивування обговорюються в цій роботі для того, щоб забезпечити належні умови для розробки відповідних стратегій управління, залежно від конкретних типів ґрунтів, сезонів врожаю, сортів і наявності ресурсів. В даній статті досліджуються агроекологічні особливості вирощування помідорів у відкритому ґрунті.*

***Ключові слова:** вирощування помідорів; агрономічні вимоги; методи культивування; стратегії управління; відкритий ґрунт.*

***Annotation.** It is stated that tomato is one of the most economically important vegetable crops in Ukraine. It is indicated that the recent market demand for the cultivation of tomatoes both in the domestic and foreign markets has led to an increase in the cultivated area for this crop. To help growers produce healthy, high-quality produce, this article details the agronomic requirements of tomatoes for parameters such as temperature, light, water, appropriate soil types, and nutrients. Cultivation techniques are discussed in this work to provide the right conditions for developing appropriate management strategies, depending on specific soil types, cropping seasons, cultivars and resource availability. This article examines the agroecological features of growing tomatoes in open ground.*

***Keywords:** growing tomatoes; agronomic requirements; cultivation methods; management strategies; open ground.*

***Вступ.** Помідори (*Solanum lycopersicum*) є одними з найбільш широко культивованих і споживаних овочів у всьому світі, які цінуються за їх поживний вміст і універсальність у кулінарії. Вирощування помідорів у відкритому ґрунті дає ряд переваг, включаючи зниження витрат порівняно з вирощуванням у теплиці та покращення смакових якостей. Проте варто*

¹⁵Науковий керівник: Бондарук Н. В., асистент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

врахувати те, що успішне вирощування помідорів у відкритому ґрунті вимагає ретельного врахування агроекологічних факторів, таких як клімат, якість ґрунту, використання водних ресурсів та боротьба зі шкідниками. Як відомо, вирощування помідорів у відкритому ґрунті є відносно простим, що робить їх ідеальною культурою як для комерційних фермерів, такі для домашніх садівників. Однак вирощування

помідорів вимагає ретельної підготовки ґрунту, посадки, догляду та збирання врожаю.

Мета цієї статті полягає в дослідженні агроекологічних особливостей вирощування помідорів у відкритому ґрунті.

Виклад основного матеріалу. Загальновідомо, що вирощування помідорів у відкритому ґрунті є загальноприйнятою практикою в багатьох регіонах світу. Цей метод пропонує численні переваги, включно з нижчими виробничими витратами порівняно з тепличним вирощуванням і кращою якістю смаку плодів завдяки природним умовам вирощування. Проте для досягнення успішного врожаю помідорів необхідно ретельно враховувати різні агроекологічні чинники, а також включаючи клімат, тип ґрунту, управління водними ресурсами та боротьбу зі шкідниками.

Витрати на підготовку ґрунту включають сплату орендної плати за оренду сільськогосподарської землі, оранку та боронування для отримання пухкого верхнього шару для вирощування помідорів для належного розвитку розсади. Інші витрати стосуються виготовлення посадкових ям або каналів. Крім того, на цьому етапі перед пересадкою аграріям доведеться внести сільськогосподарський гній і посадковідобрива.

Рекомендована відстань між посівами помідорів становить – 75 на 40 см у вологих зонах – 60 см на 100 см у сухих. Правильний простір дасть аграріям низькорослі коренасті рослини з міцним корінням [1].

Агроекологічні особливості помідорів у відкритому ґрунті є наступними:

1. Кліматичні вимоги. Клімат є одним з найважливіших чинників при вирощуванні помідорів у відкритому ґрунті. Помідори – теплолюбні рослини, для розвитку яких потрібні певні умови.

Помідори найкраще ростуть при денній температурі від 20°C до 30°C і нічній температурі 15°C. Температура вище 35°C може спричинити тепловий стрес, що призведе до опадання квіток і поганого зав'язування плодів. І навпаки, температура нижче 10°C може уповільнити ріст і збільшити ризик пошкодження холодом або пізніми заморозками.

Помідори потребують щонайменше 6-8 годин прямого сонячного світла на день для оптимального росту. Добре перебування на сонці сприяє фотосинтезу, поліпшенню розвитку рослин і плодоношення.

Окрім цього слід зазначити, що хороша циркуляція повітря необхідна для зниження захворюваності. Важливо врахувати те, що уникнення занадто густих посадок і забезпечення хорошої вентиляції можуть допомогти запобігти проблемам, пов'язаним з високою вологістю.

2. Вимоги до ґрунту. Вирішальну роль при вирощуванні помідорів

відіграє якість і склад ґрунту. Необхідно мати на увазі те, що ґрунт має забезпечувати фізичну підтримку, воду, поживні речовини та відповідне середовище для розвитку коренів.

Помідори віддають перевагу добре дренованим ґрунтам, котрі є багатими органічними речовинами та з хорошою здатністю утримувати воду. Ідеально підходять піщані або легкі глинисті ґрунти, якщо вони збагачені компостом або добре перепрілим гноєм для покращення родючості та структури ґрунту.

Доцільно врахувати той вагомий чинник, що ідеальна кислотність (рН) ґрунту для помідорів становить від 6,0 до 6,8. Надмірно кислий або лужний рН може обмежити доступність основних поживних речовин та негативно вплинути на ріст та розвиток рослин. Додавання вапна або сірки можна використовувати для регулювання рН ґрунту.

Потрібно зауважити те, що помідори вимогливі до поживних речовин, а особливо до азоту, фосфору та калію. Саме тому важливо проводити збалансоване підживлення для того, щоб задовольнити потреби рослин протягом усього циклу росту. Використання органічного компосту, гною або добрив із повільним вивільненням може допомогти підтримувати постійне живлення.

3. Водне господарство. Вода є критично важливим фактором у вирощуванні помідорів, оскільки як надлишок, так і недолік води можуть поставити під загрозу стан рослин і якість плодів.

Як відомо, помідори потребують постійного надходження води, особливо в період цвітіння і формування плодів. Відповідно через це рекомендовано крапельне зрошення, оскільки воно дозволяє доставляти воду безпосередньо до коріння, зменшуючи відходи та ризик захворювань листя, котрі спричинені надмірним зволоженням.

Варто відзначити те, що вода, яка використовується для поливу, повинна бути якісною і безнадмірної солоності, яка може пошкодити коріння та порушити засвоєння поживних речовин.

Беззаперечним є той факт, що застосування мульчі навколо рослин допомагає зберегти вологість ґрунту, а також регулює температуру ґрунту та зменшує ріст бур'янів.

4. Управління поживними речовинами. Правильне управління поживними речовинами має важливе значення для забезпечення енергійного росту рослин і хорошого плодоношення.

Крім основних макро-елементів, помідори також містять такі мікроелементи, як кальцій, магній і залізо. Кальцій, зокрема, важливий для запобігання кінцевій гнилі плодів, що є поширеним станом, спричиненим дефіцитом кальцію або коливаннями водопостачання.

Для того, щоб уникнути проблем із перевантаженням або нестачею поживних речовин, корисно розподіляти подачу добрив протягом циклу росту, адаптуючи дози до конкретних потреб рослин у різні фази, а саме це є вегетація, цвітіння та плодоношення [2].

5. Боротьба зі шкідниками та хворобами. Як відомо, помідори у

відкритому ґрунті вразливі до різних шкідників і хвороб, саме тому необхідно застосовувати інтегровані методи вирощування.

Попелиця, білокрилка, колорадський жук і нічні мошки – це деякі з паразитів, які можуть вражати рослини помідорів. Слід зазначити те, що використання пасток, а також впровадження природних хижаків (таких як сонечка) і біологічний контроль можуть допомогти зменшити зараження.

Помідори можуть вражати такі грибкові захворювання, як фітофтороз, шийна гниль і сіра гниль. Важливо підтримувати хорошу гігієну рослин, використовувати стійкі сорти та застосовувати профілактичні обробки органічними фунгіцидами, коли це необхідно.

Культури томатів сприйнятливі до багатьох шкідників і хвороб, перелічених в табл. 1.

Уникання вирощування помідорів на одному і тому ж місці рік за роком допомагає зменшити ризик накопичення хвороб, що передаються через ґрунт, і специфічних шкідників. Сівозміна з іншими непасльоновими культурами (такими як бобові або зернові) є рекомендованою практикою.

Управління збиранням і післязбиральним періодом.

Своєчасне збирання врожаю та правильний післязбиральний догляд є важливими для максимізації якості та терміну зберігання томатів.

Помідори слід збирати, коли вони досягнуть повного кольору і трохи тверді на дотик. Бажано збирати плоди в прохолодні години дня, щоб зменшити ризик пошкодження помідорів спекою.

Таблиця 1

Хвороби та шкідники томатів[3].

Основні хвороби томатів	Основні шкідники томатів
Демпфування	Африканська совка
Фітофтороз	Червоний павутинний кліщ
Early Blight	Тютюнова білокрилка
Бактеріальне в'янення	Нематода коренева
Томатна мозаїка	Трипси
Цвітуча гниль	Tuta absoluta
Фузаріозне в'янення	-

Помідори слід зберігати при температурі від 12°C до 20°C, щоб зберегти якість і запобігти пошкодженню холодом. Зберігання помідорів при температурі нижче 10°C може погіршити смак і текстуру плодів [4].

Томат добре плодоносить при рясних опадах 600 мм і більше. Аграріям може знадобитися зрошувати їх, щоб підвищити врожайність. Відповідно аграріям знадобиться чиста переносна вода, придатна для споживання. Для того, щоб перевірити це, аграрії можуть провести діагностичне тестування води.

На додаток до аналізу води та ґрунту, аграрії можуть провести патологічний тест для того, щоб визначити, чи ґрунт у котрому планується

вирощувати помідори вільний від шкідників і хвороб перед посадкою.

Вирощування помідорів у відкритому ґрунті вимагає ретельного врахування екологічних і агротехнічних факторів для отримання якісного врожаю. Завдяки вибору відповідних сортів, правильній підготовці ґрунту, а також оптимальному управлінню водою та поживними речовинами та ефективній боротьбі зі шкідниками та хворобами можна максимізувати врожай і забезпечити здорові та смачні плоди. Завдяки стійким та інноваційним методам вирощування помідорів у відкритому ґрунті може й надалі відігравати вирішальну роль у постачанні цієї важливої їжі по всьому світу.

Помідор – культура теплого сезону. Рослинам томатів потрібно в середньому 7-10 тижнів від пересадки до збору врожаю. Проте якщо аграрії планують вирощувати помідори з насіння, то їм слід знати деякі факти. По-перше, для проростання насіння помідорів потрібна температура не менше 21°C. По-друге, насіння повинно мати оптимальний рівень вологості з тією метою, щоб прорости. Перезволоження може стати катастрофічним. Виробники в районах, схильних до заморозків, вважають за краще висівати насіння в грядки в контрольованих умовах, а потім пересаджувати їх на кінцеві місця. У середньому аграріям потрібно 120-150 грамів насіння на гектар.

Інший спосіб полягає у вирощуванні томатів з нещеплених рослин. Якщо аграрії дотримуватимуться цього методу, то важливо ретельно вибрати сорт помідорів, які вони будуть вирощувати. Якщо, наприклад, поля в їхній місцевості мають проблеми з ґрунтовими хворобами, шкідниками, екстремальним рівнем рН або солоності, то не всі сорти можуть там процвітати. Деякі сорти (більш) толерантні до деяких із цих факторів, тоді як інші ні.

На даний час значна кількість аграріїв прагне використовувати щеплену розсаду помідорів методом живцювання. Простіше кажучи, живцювання – це широко використовувана техніка, за допомогою якої аграрії з'єднують частини двох різних рослин для того, щоб рости як одна рослина. Верхня частина першої рослини називається прищепою і росте на кореневій системі другої рослини, яка називається підщепою. Зрештою аграрії мають систему, яка поєднує в собі всі переваги різних компонентів. Деякі досвідчені фермери зі спеціальними знаннями вважають за краще вирощувати з насіння як рослину, призначену для підщепи, так і рослину, призначену для прищепи. Потім щеплення проводять самостійно. Інші вважають за краще купувати сертифіковані щеплені саджанці у законних продавців.

Помідори не пред'являють строгих вимог до ґрунту. Вони добре ростуть на різноманітних ґрунтах, за умови, що вони добре дреновані. Однак рослина найкраще розвивається на середньому піщаному ґрунті з достатньою аерацією та дренажем [5].

Основна підготовка ґрунту починається за кілька тижнів до висадки розсади помідорів. Аграрії видаляють усі поживні рештки та бур'яни та добре орють ґрунт на глибину від 20 до 30 см, залежно від того, розсадний це спосіб чи посівний. Оранка покращує аерацію та дренаж ґрунту. Водночас вони видаляють каміння та інші непотрібні матеріали з ґрунту. Через тиждень

фермери вносять основні добрива, такі як добре перепрілий гній або синтетичні комерційні добрива, завжди після перегляду результатів аналізу ґрунту після консультації з ліцензованим місцевим агрономом. Більшість фермерів вносять підживлення в один день з обробітком ґрунту. Одні аграрії вважають за краще вносити підживлення тільки через рядки посіву, а інші – по всьому полю. Звичайно, перший спосіб є дешевшим. Наступного дня, ймовірно, сприятливий час для встановлення труб крапельного поливу. Наступним і найбільш відповідальним етапом (особливо в країнах з низькою температурою ґрунту в період посіву) є лінійне поліетиленове покриття. Багато аграріїв покривають ряди чорною або зеленою інфрачервоною або чорною пластиковою плівкою. Вони використовують цю техніку для підтримки температури кореневої зони на оптимальному рівні ($>21^{\circ}\text{C}$) і запобігання росту бур'янів.

Слід наголосити на тому, що у багатьох країнах, де вирощують помідори найкращий сезон для посадки цих культур у відкритому ґрунті зазвичай припадає на другу половину весни. Проте у деяких регіонах, де температура досить висока, посів можна проводити раніше. Проте в північних районах виробники зазвичай садять помідори на початку літа.

У багатьох випадках перед пересадкою молоді саджанці повинні пройти процес, який називається «загартовуванням». Загартовування – це в основному вид штучного стресу, який може включати зміни температури або інші методи. Мета цієї процедури полягає в тому, щоб допомогти рослині краще адаптуватися до нових умов. Аграрії зазвичай викликають водний стрес, поступово скорочуючи водопостачання своїх рослин. Важливо мати на увазі те, що за 13-15 годин до пересадки аграрії повністю припиняють подачу води, а потім знову проводять полив відразу після пересадки. Аграрії тримають розсаду помідорів в грядках 30-50 днів перед тим, як висаджувати її на кінцеве місце. Як відомо, вони воліють пересаджувати 3-6 тижневу розсаду. На цьому етапі рослини мають середню висоту 20 см і мають 3-5 справжніх листків.

Після всіх етапів підготовки (оранка, прикореневе підживлення, установка зрошувальної системи та укриття поліетиленовою плівкою) можна приступати до пересадки. Відповідно аграрії позначають точні місця на поліетиленовій плівці або безпосередньо на ґрунті, де вони висадять молоду розсаду. Потім викопують ямки і висаджують розсаду. Саджанці важливо висаджувати на ту ж глибину, на якій вони були в розсаднику.

Необхідно взяти до уваги те, що фермери, котрі вирощують помідори у відкритому ґрунті зазвичай висаджують розсаду в один ряд. Загальною схемою однорядної посадки є відстань від 0,3 до 0,6 м між рослинами в ряду та від 0,8 до 1,3 м між рядами. При посадці в два ряди виробники витримують однакову відстань між рослинами в ряду, 0,45 м між рядами і 1,2 м між двома парами. За цими схемами аграрії висаджують приблизно 15-30 тисяч рослин на гектар. Точна відстань і кількість рослин залежать від сорту помідорів, умов навколишнього середовища, системи зрошення і, звичайно, від цільової врожайності виробника. (1 га = 2,47 акрів = 10 000 м²).

Варто зазначити той вагомий чинник, що обрізка є одним з

найважливіших сільськогосподарських прийомів, в основному для індетермінантних сортів помідорів. Даний процес пропонує численні переваги. По-перше, обрізка дозволяє фермерам контролювати та балансувати продуктивність помідорів і зав'язування плодів. Крім того, обрізка полегшує аерацію, що запобігає інфекціям, а збирання врожаю та інші сільськогосподарські прийоми (обприскування хімікатами) стають набагато легшими [6].

Загалом, необрізані рослини помідорів через певний час перестають давати достатньо плодів. Потрібно розуміти той вагомий факт, що не всі томати потребують однакової обрізки. Доцільно врахувати те, що зазвичай аграрії мають два основних види помідорів, детермінантні та індетермінантні. Для правильного росту індетермінантні сорти потребують більшої обрізки, ніж детермінантні сорти. Слід відзначити те, що загальна техніка обрізки передбачає видалення зовнішніх стебел, залишаючи рости лише центральну жилку. Таким чином, рослина стає однорядною і розростається тільки вертикально. Інший прийом – це відсікання рослини на ранніх стадіях розвитку з подальшим видаленням периферійних стебел, крім 2-4 основних.

Загальновідомо, що більшість аграріїв в своїй практиці також застосовують проріджування. Відповідно вони видаляють стебла, як і ростуть між жилкою та листям. Важливо намагатися не зрізати стебло занадто близько до жилки. Натомість фермер може залишити відстань 4 см для того, щоб уникнути інфекції. Важливо вказати на те, що для вирощування помідорів у відкритому ґрунті існує кілька сортів обмеженого вирощування, які не вимагають пасинкування.

Більшість аграріїв, котрі вирощують помідори створюють спеціальні опори для саджанців даної культури. Особливо при роботі з індетермінантними сортами майже завжди потрібна опора. Використання цієї техніки має кілька переваг. По-перше, це запобігає торканню листя та плодів землі, в той же час залишаючи додатковий простір для аерації. Крім того, збирати врожай стає набагато легше. Слушний час, щоб почати підтримувати певну опору, коли помідори досягнуть середньої висоти 40 см.

Фермери розміщують кілки лінійним способом біля кожної рослини й обережно прив'язують рослини до них. Вони також можуть розмістити дрід через кожні 30 см приблизно на 1,5 метра у висоту. Дрід розміщують перпендикулярно рядам і паралельно лініям.

Вирощування помідорів у відкритому ґрунті може вимагати до 700 мм зрошувальної води протягом всього вегетаційного періоду. Слід мати на увазі той факт, що значна частина потреб у воді для посівів у відкритому ґрунті покривається дощовою водою. Однак потреба помідорів у воді на різних стадіях розвитку рослини різна. Взагалі, критичні періоди в плані зрошення – періоди цвітіння, зав'язування плодів і, звичайно, наливання плодів. Перед цими стадіями потреба помідорів у воді нижча.

Звичайно, потреба у воді може бути абсолютно різною в залежності від різних погодних умов і ґрунтових умов. Наприклад, важкі глинисті ґрунти зазвичай потребують менше зрошення, ніж піщані. З іншого боку, різні сорти

томатів також можуть мати різні потреби у воді [7].

Необхідно врахувати те, що фермери зазвичай вважають за краще поливати помідорирано вранці або пізно ввечері.Намокання листя пов'язуютьзі спалахами захворювань. Загалом, надлишок вологи, особливо на листі в свою чергу може сприяти виникненню захворювань. З іншого боку, рослини, які відчуваютьнестачу води, більш сприйнятливі до інфекції.

Найбільш використовуваною системою поливу є крапельне зрошення. Багатовиробниківвикористовуютькількаабоокремікрапельницідіаметром12-20 мм, що забезпечують подачу 2-8 літрів води на годину.

Висновок. Отже, вирощування помідорів у відкритому ґрунті – традиційна сільськогосподарська практика, яка продовжує широко поширюватися на фермерських господарствах по всьому світу. Помідори, завдяки своїй харчовій цінності та універсальності в кулінарії, є основною культурою як для домашнього споживання, так і для продажу. Як відомо, вирощування помідорів у відкритому ґрунті має переваги з точки зору витрат виробництва та якості продукції, але також в той же час вимагає особливої уваги до управління природними ресурсами та боротьби з паразитами та хворобами. У зв'язку з цим дуже важливо звернути увагу на дотримання належного рівня вирощування помідорів у відкритому ґрунті, щоб дотримуватися оптимальних агроекологічних особливостей.

Список використаної літератури

1. Дидів О.Й., Дидів І.В., Ільчук Р.В., Бальковський В.В., Дидів А. І. Технології в овочівництві : навч. посіб. Львів, 2020. 120 с.
2. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузізнаць20«Аграрніаукитапродовольство»спеціальності201«Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця : Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 284 с.
3. Ніколайчук Н. В. та ін. Біолого-екологічні особливості овочевих культур : навч. посіб. Миколаїв : МНАУ, 2020. 407 с.
4. ОсадчийО.Основисільськогосподарства:навч.посіб.Київ:Центр навчальної літератури, 2021. 294 с.
5. Технологія вирощування томатів. Режим доступу URL: https://www.syngentavegetables.com/sites/g/files/kgtney786/files/media/document/2022/11/21/tomato_tex.pdf(датазвернення:29.08.2024)
6. ЯровийГ.І.,РомановО.В.,ДідухН.О.,РомановаТ.А. Програмування врожаю : практикум. Херсон, ХНАУ, 2020. 75 с.
7. Morozova, L. Control of potassium concentration in fertilizing tomatoes in protected soil. Sciences of Europe. 2021. Vol. 3. № 64. P. 21–26. URL: <https://www.europe-science.com/wp-content/uploads/2021/02/VOL-3-No-64-2021.pdf> (дата звернення: 29.08.2024).

Денис ТЕЛІЖИНСЬКИЙ¹⁶,
студент 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

SUGAR BEET GROWING TECHNOLOGY

***Annotation.** Sugar beet is one of the key technical crops that plays a significant role in the agricultural sector and sugar production. The topic of research «Technology of growing sugar beets» is focused on modern agrotechnical methods and approaches aimed at increasing yield and improving the quality of root crops. The work covers the main stages of cultivation: soil preparation, sowing, crop care, protection against diseases and pests, as well as harvesting. Special emphasis is placed on innovative technologies, such as precision farming, automation of processes, introduction of new varieties and hybrids. Factors affecting the productivity and economic efficiency of sugar beet cultivation, as well as ecological aspects of this technology, are considered.*

***Key words:** technology, sugar beets, protection, productivity.*

***Аннотація.** Цукрові буряки є однією з ключових технічних культур, що відіграє значну роль у аграрному секторі та виробництві цукру. Тема дослідження «Технологія вирощування цукрових буряків» зосереджена на сучасних агротехнічних методах і підходах, що спрямовані на підвищення врожайності та покращення якості коренеплодів. У роботі висвітлюються основні етапи вирощування: підготовка ґрунту, сівба, догляд за посівами, захист від хвороб та шкідників, а також збирання врожаю. Особливий акцент робиться на інноваційних технологіях, таких як точне землеробство, автоматизація процесів, впровадження нових сортів і гібридів. Розглядаються фактори, що впливають на продуктивність і економічну ефективність вирощування буряків для отримання цукру, а також екологічні аспекти цієї технології.*

***Ключові слова:** технологія, цукрові буряки, захист, продуктивність.*

***Introduction.** The technology of growing sugar beets is an important element of agricultural production, which plays a key role in ensuring the economic stability and food security of the state. Sugar beets are a highly productive crop, which is the main source of raw materials for the sugar industry, which occupies a significant place in the food sector. Effective cultivation of this crop depends on many factors, such as soil quality, climatic conditions, the correct selection of varieties and hybrids, as well as the implementation of modern agrotechnical methods.*

¹⁶Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

Modern approaches to growing sugar beets are aimed at increasing yields, improving the quality of root crops, reducing production costs, and preserving ecological balance. For this reason, the research of sugar beet growing technologies is of great importance for ensuring the sustainable development of the agricultural sector and strengthening the position of domestic products on the international market.

Sugar beet is one of the leading technical crops, and sugar production has a significant impact on the economy of Vinnytsia and the whole of Ukraine. Modern varieties and hybrids of sugar beets contain 17-19% sugar in their root crops, which plays an important role in human nutrition, and the standard of living of the people is often estimated by the amount of its consumption. Physiologically justified rate of sugar consumption for a person should not exceed 100 grams per day. With a sugar beet yield of 400 t/ha, the yield of sugar is 50-55 t, ghee - 150-200 t, raw pulp - 260-280 t, molasses - 15-18 t.

The best varieties and hybrids of domestically bred sugar beets, when grown on fertile soils and using advanced technologies, ensure the yield of root crops at the level of 500-700 t/ha with a sugar yield of 100 t/ha and more.

Presentation of the main material. Sugar beets are one of the crops that have a decisive strategic importance for Ukraine. Until recently, Ukraine held a leading position in the world in the production of beet sugar, which accounted for almost 14% of the world volume. Sugar is considered one of the most important national resources of our country and can make up a significant share of its export potential.

Since the beginning of 2001, the production volumes of sugar and sugar beets have significantly decreased due to the general economic crisis. However, work is already underway on the development of new and improved technologies for growing sugar beets. This aims to increase field productivity, reduce labor costs and financial resources, and improve working conditions in the coming years.

Implementation of combined units and consolidation of several operations into one thanks to the improvement of sugar beet production technology. This is aimed at improving labor efficiency and reducing energy costs per unit of work.

Today, pre-sowing soil cultivation and sowing of sugar beets are carried out in two stages: first, pre-sowing cultivation is carried out with the help of T-150 + 2KPS-4 or T-70S + USMK-5.4 aggregates, and then sowing is carried out with the help of a T-70S tractor and a SST-12. These processes are time-consuming and require significant expenditure of time, fuel, lubricants, mechanical energy and the use of tractors.

Weed control in sugar beet crops can be quite effective using different methods. With timely and high-quality application of herbicides, in accordance with intensive technology, weediness of crops by the end of the growing season is reduced to 1.2 pcs./m² for dicots and to 1.3 pcs./m² for annual grass weeds. In the case of using integrated technology, the protection system provides a reduction in weediness up to 2.3 pieces/m² for dicot weeds and up to 2.4 pieces/m² for annual grass weeds. These results were achieved through a combination of pre-emergence and post-emergence treatments along with hand weeding of sugar beet crops.

Nutrition of sugar beets. Nitrogen is the most important element for sugar beet, as it is for other crops. Optimal nitrogen nutrition in the first half of the growing season contributes to the rapid development of the highly efficient leaf apparatus of plants. Scientists believe that the best form of nitrogen fertilizer for sugar beets, especially on chernozems and podzolic soils, is sodium nitrate, and recommend that this fertilizer be used to feed the crop if possible.

Sodium and potassium help to increase the sugar content of root crops. Application of potash fertilizers is especially effective on sandy and peaty soils. The introduction of sodium is justified only if plants are sufficiently supplied with potassium, since sodium displaces potassium from old leaves, promoting its movement to the root. However, with a lack of potassium in young leaves, the amount of sodium increases significantly, which leads to premature death of leaves and a decrease in the efficiency of photosynthesis.

When planning a sugar beet feeding system, the following should be taken into account:

- At the initial stages of vegetation, it is necessary to provide plants with access to basic nutrients in easily digestible forms.
- During the formation of the leaf apparatus, it is important to maintain an optimal level of nitrogen nutrition.
- In the final growing season, when sugar accumulates in root crops, nitrogen nutrition should be reduced, as its excess can reduce sugar content, instead, the need for phosphorus-potassium nutrition should be increased.
- In summer, around July-August, sugar beets need the maximum supply of nutrients.

Sugar beet begins to germinate at a soil temperature of 4-5°C, but seedlings appear only after twenty-two to twenty-two days. Viable seedlings appear at 6-7°C. At 10-12°C, the temperature will rise and reach its maximum after 12-14 days, and after 7-8 days at 15-17°C. Under temperature conditions of 3-4°C, plant twigs can be damaged. But, very sensitive to frost. However, when the first pair of true leaves appear, the seedlings can reduce the temperature to minus 8°C. Under such conditions, the temperature of the surrounding sea can drop to -5°C. When the temperature drops below 6-8°C, the water molecules in the pond begin to dissolve. The temperature of the rock is damaged as low as -2°C. If we are talking about the ability to tolerate frosts, beet remains a heat-loving crop, for which the optimal temperature for growth and development is 20-22°C.

Sugar beet is a light-loving plant with a long day. The number of days of sunshine in the middle of the growing season largely affects the intensity of accumulation of sugar contained in root crops. especially in August and September. The more light, the more efficient the synthesis of carbohydrates. A decrease in illumination significantly reduces the yield and sugar content of root crops, which can occur due to the thickening of plants. Gloomy weather increases the content of low-molecular-weight nitrogenous compounds, which worsen the technological quality of root crops and reduce the sugar content.

Sugar beet is very demanding on soil fertility. It grows best on soils that are fertile, deep and rich in organic matter, such as podzolized chernozems and sod-meadows. Yields will be lower on gray or light-gray podzolized soils. From the point of view of mechanical composition, loamy soils are the most suitable. Plants develop poorly on poor sandy and heavy clay soils. The optimal soil density on chernozems is 1.0-1.2 g/cm³, on gray and light-chestnut soils - 1.2-1.3 g/cm³, and on sod-podzolic soils - 1.3-1.4 g/cm³ cm³. If the density of the soil exceeds these indicators, the plants ripen longer, the root crops may be deformed. Over-compaction of the soil and the formation of a plow sole reduces the yield and can lead to bifurcation of root crops.

Due to the fact that sugar beet forms the majority of the crop underground, its cultivation requires a very high arable layer of the soil. Therefore, quick and high-quality tillage plays a key role in ensuring high yields of root crops.

The main tillage should ensure the destruction of weeds, improvement of the phytosanitary condition, accumulation and conservation of moisture, as well as the creation of optimal agrophysical conditions. For normal plant growth, the arable horizon should be at least 25 cm deep, with a soil density of 1.0-1.4 g/cm³ and proper aeration. It is important to carefully collect plant residues, straw and added fertilizers. The two most common methods of tillage are, to paraphrase: improved and semi-steam.

Improved soil tillage prevents double peeling of the stubble. Disc harrows are used for initial peeling in two passes at an angle of 30-45° to a depth of about 5-6 cm. It is best to use heavy disc harrows for the first peeling if straw is used as an organic fertilizer or if the soil is overdried (BDT-3, BDT-7, DB B-6). This helps to accelerate the decomposition of straw, reduces the evaporation of moisture, stimulates the germination of weed seeds and stops their development. Ten to twelve days after the first peeling, the second peeling is carried out with plow peelers to a depth of 12-14 cm with the help of heavy harrows.

It is recommended to use the semi-steam method of tillage for areas with sufficient moisture and high weediness. This method involves husking the stubble to a depth of 5-6 cm using disc huskers in two passes. After adding organic and mineral fertilizers, the field is plowed with plows with front plows to a depth of 28–32 cm, using heavy harrows (BZTS-1.0). In arid conditions, it is advisable to use ZKKSH-6 rollers, and this treatment should be completed by the first decade of August. When spreading rhizomatous weeds such as wheatgrass, sedge, and sedge, hoeing is first performed to uproot the weed rhizomes to the surface with plow implements to a depth of 12 to 14 centimeters. After that, the rhizomes are cut with disk peelers. processing the field in 2-3 passes.

The seed is cleaned and calibrated, dividing it into two sowing fractions. Then the seeds are ground, partially removing the fertilization (by 5-30%), which improves the uniformity and potable weight of the seeds. Incrustation is the last stage of seed preparation. A thin layer is applied to the seeds, which includes film-forming substances, fungicides, insecticides, stimulants and dyes. This provides protection against diseases and pests in the early stages of development.

The dotted method of sowing is the main one, with rows 45 cm wide. It is extremely important to observe straightness when sowing. For this purpose, planters CCT-12B, CCT-12B, CCT-18B, as well as pneumatic precision seeders such as Multikorn, Optima and SUPK-12A are used. They must ensure the exact placement of seeds in a row in one grain. All of them beet machines are set up to provide an exact 45cm row spacing. Loss of root crops and row damage during inter-row loosening are the results of increasing this spacing during harvesting.

Sowing rate. The rate of sowing is established, accounting for soil and weather conditions, the degree of cultivation of the fields and sowing features of the seeds. There are two methods for figuring out the pace of sowing.: by the distance between seeds in a row or by the quantity of seeds sown per 1 meter of a row.

For sowing small rates of coated seeds, they are distributed evenly in a row using a single-row disk. The mass standard for sowing sugar beet seeds varies between 2-10 kg/ha. It should be taken into account that with a decrease in the rate of sowing and, accordingly, the density of seedlings, the possibility of using mechanized means for caring for crops decreases. In such cases, chemical methods of weed destruction are mainly used.

If the field germination is low, the sowing rate is increased, but it should not exceed 400,000 glomeruli per 1 ha. It's crucial to plant each field within 1-2 days to ensure simultaneous emergence and the potential for high-quality tillage when providing crop care.

Defense against illnesses and vermin. Every earlier agrotechnical measures should contribute to the improvement of phytosanitary circumstances and the creation of friendly seedlings of healthy plants. Such measures include: appropriate selection of field and soil type; compliance of crop rotation; use of siderates and organic fertilizers to maintain the optimal balance of organic substances in the soil; enhanced or semi-steam tillage; timely and balanced fertilizer application; superior quality of pre-sowing processing; early sowing dates (beginning in the first ten years of April); selecting resistant hybrids and guaranteeing homogeneous germination.

Harvesting of sugar beet is considered successful if it's executed in the optimal period, when the root crops have the greatest weight and sugar level, in addition to minimal losses, the least injury and minor contamination.

September, October and even November lead leading to a growth in the volume of root crops and an increase in sugar content, provided the weather is warm.

Crop care. Seeder cats compact the soil during sowing. However, there are certain situations when the field is additionally rolled. This is necessary in the following cases: when the soil was too loosened during sowing, forming grooves after the seeder passed through; when the soil has a lumpy structure; or when sowing is done later than planned. But rolling works only after sowing.

Crop care is considered in two ways: agrotechnical by mechanical loosening of the soil; and chemically using herbicides.

Herbicides do not loosen the soil and between the rows. On well-structured soils when applying pre-emergence and post-emergence

The agrotechnical method of herbicides, which includes loosening between rows, does not lead to an increase in yield. In 1996, German inter-row loosening covered only 19 percent of the sugar beet acreage. During mechanical processing, the film of herbicides on the surface of the soil is destroyed, which leads to the appearance of a new generation of weed seeds.

However, herbicide technology is not always profitable in terms of economic indicators, as it is not suitable for difficult soils and requires significant funds for the purchase of herbicides. But the massive noxious attack on the surrounding natural environment is its biggest challenge. Therefore, the agrotechnical method is more promising, as it is usually more economical and environmentally friendly. In Ukraine, this is the most studied technology that ensures high productivity.

Harvesting. Early harvesting can reduce the total sugar yield per acre, but crop losses from unfavorable weather—such as protracted rain, snow, and frosts—often accompany later harvesting.

In September, the yield can increase by 15-30%, and the sugar content – by 1.4-1.8%. The timing method harvesting root crops should be chosen, considering the region and the equipment that is available, to ensure the completion of harvesting work by the end of October.

Growing working bodies of root harvesting machines should not damage root crops. Deterioration of the crop of root crops is caused by the shattering off of the tails. When 3.5 cm long tails remain in the soil, 5-6% of the crop is lost, and when 5 cm long tails, the loss increases to 10-12%.

Buckwheat is fed to livestock as green fodder, and is also ensiled or spread on the field as a sider fertilizer.

On the day of harvesting, root crops are taken to beet receiving points so that they do not dry out in the domain.

Conclusion. Due to the article's implementation, the following aims were achieved:

- The correct technology for growing sugar beets is key to achieving high yields and ensuring high product quality. Successful cultivation of this crop requires a comprehensive approach that includes quality soil preparation, seed preparation, proper sowing, effective crop care and proper harvesting.

- Each stage of cultivation technology has its own meaning and will affect the final result. Compliance with all agronomic requirements, the application of contemporary technologies and equipment allows to use resources as effectively as possible and ensure a stable high yield of sugar beets. Understanding and applying these technologies is the key to success in growing sugar beets and ensuring the competitiveness of products on the market.

Список використаних джерел

1. Біологія і технологія вирощування цукрових буряків. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/lekcija-20.bioloheija-i-tehnoloheija-vyroshchuvannja-cukrovih-burjakiv.pdf>(дата звернення: 03. 09.2024).

2. Технологія вирощування цукрових буряків ПП «Західний Буг». URL: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/tehnologia-virosuvanna-cukrovih-burakiv-pp-zahidnij-bug>(дата звернення: 03. 09.2024).

3. Технологія вирощування цукрових буряків від сівби до збирання. URL: <https://superagronom.com/articles/718-chi-bude-solodko-vid-tsukrovih-buryakiv-agronomu-zalejtit-vid-tehnologiyi-viroschuvannya>(дата звернення: 03. 09.2024).

4. Борисюк П. Г. Фактори, які впливають на підвищення урожайності буряків цукрових та їх якості. Цукор України. 2005. № 3. С. 11-12.

5. Роїк М. В. Інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків.[Рекомендації] / М. В. Роїк, О. О. Іващенко, В. І. Пиркін та ін. К.: ІЦБ УААН,2006. 100 с.

Олег ТИМЧУК¹⁷,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, України

ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК КУКУРУДЗИ

***Анотація.** У статті представлена ефективність впливу полицевого, поверхневого і плоскорізного обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи. Обробіток ґрунту відіграє одну з найважливіших ролей в підвищенні культури землеробства та допомагає контролювати процеси забур'яненості посівів. Він проводиться з урахуванням попередників, біологічних особливостей культури, розвитку ерозійних процесів, погодніх умов і характеру забур'яненості посівів. За допомогою правильно підібраної системи обробітку та системи удобрення можна підвищити родючість кукурудзи, попередити процеси деградації ґрунту, одними з яких є ерозія і втрата гумусу, оптимізувати водний режим і фізичні властивості ґрунту.*

***Abstract.** The article presents the effectiveness of shelf, surface and flat-cut tillage on the productivity of corn. Tillage plays one of the most important roles in improving agricultural culture and helps to control the processes of weeding of crops. It is carried out taking into account the predecessors, biological features of the culture, the development of erosion processes, weather conditions and the nature of weediness of the crops. With the help of a correctly selected system of cultivation and fertilization, it is possible to increase the fertility of corn, prevent the*

¹⁷Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

processes of soil degradation, one of which is erosion and loss of humus, optimize the water regime and physical properties of the soil.

Вступ. Кукурудза – це популярна зернова, кормова і технічна культура, яка характеризується універсальністю використання і високою врожайністю. Зерно кукурудзи є кормом для всіх сільськогосподарських тварин: 1 кілограм кукурудзяного зерна відповідає 1,34 кормової одиниці і містить 70 грам перетравного протеїну. 100 кілограм зеленої маси кукурудзи, зібраної у фазі молочно-воскової стиглості, відповідають 32 кормовим одиницям, а 100 кілограм сухих стебел кукурудзи, зібраної на зерно, – дорівнюють 37 кормовим одиницям і містять 1,5 кілограма перетравного протеїну. Стрижні качанів також згодують тваринам, 100 кілограмів таких стрижнів відповідає 35 кормовим одиницям. В Україні кукурудзу вирощують переважно як кормову культуру. Сухе зерно кукурудзи містить 4-6 жиру і 65-70% безазотистих екстрактивних речовин, 9-12% білка. У свою чергу зерно жовтозерних сортів кукурудзи має багато каротину[1].

Виклад основного матеріалу. При безгербіцидній технології вирощування кукурудзи велике значення має основний обробіток ґрунту. Його проводять з урахуванням попередника, рельєфу, ступеня, особливості забур'янення поля та типу ґрунту.



Рис 1. Врожайність кукурудзи в розрізі областей в Україні.

У зоні достатнього зволоження на забур'янених полях ефективний напівпаровий обробіток ґрунту. Після ранніх попередників (зернових та зернобобових культур) ґрунт слідом за збиранням дискують на глибину 6-8 см. Вносять мінеральні та органічні добрива і проводять оранку глибиною 27-30 см.

Через декілька тижні проводять поверхневий обробіток для знищення сходів бур'янів за допомогою культиватора, дискової борони, важких борін чи інших знарядь.

Після пізніх попередників (буряк, багаторічні трави,) важливо задискувати поля важкими боронами для доброго подрібнення рослинних решток. Потім вносять добрива і переорюють ярусними плугами на глибину 27-30 см [2].

Будова рослини

Стебло. Прямостояче, циліндричне, висотою від 50 см до 2-3,5 м, завтовшки 2-7 см, поділене міжвузлями. Стебло вкрите епідермісом, під яким перебуває дерев'яниста частина стебла, що складається з тісно скупчених судинно-волокнистих пучків з великим вмістом кремнію, який надає стеблу міцності. Серцевина стебла заповнена губчастими тканинами і теж містить судинні пучки і ситоподібні трубки. По судинах вода і розчинені в ній солі з ґрунту переміщуються від коріння через стебло до листя, по ситоподібних трубках у зворотному напрямку переміщуються пластичні речовини, що синтезуються в листку (вуглеводи та інші речовини).

Листки. Довгі, лінійно-ланцетоподібні, складаються з листкової піхви, яка щільно охоплює стебло, листкової пластинки шириною 5-12 см та язичка, розташованого в місці переходу піхви у пластинку. Кільцеподібні потовщені листкові вузли, утворювані піхвами і язичками, забезпечують більшу міцність стебла та сприяють випрямленню при виляганні рослин. З нижнього боку листок гладенький, з верхнього різною мірою опушений, з товстою центральною жилкою. За сприятливих погодних умов та при правильному догляді листя інтенсивно відростає. У ранньостиглих форм зазвичай формується по 8-10 листків. А у дуже пізньостиглих їхня кількість досягає 30 і більше.

Коренева система. Мичкувата, дуже розгалужена, з глибоким проникненням у ґрунт. Основна маса коренів перебуває у шарі ґрунту на глибині 30-60 см від поверхні, але частина з них проникає глибше, постачаючи воду рослині з глибини 1,5-4 м. У межах кореневої системи є 4 типи коренів: основні зародкові, постійні і повітряні, бокові зародкові. Найбільше значення для рослини мають постійні корені, які формуються з підземних стеблових вузлів на глибині 3-5 см від поверхні ґрунту. Поверхневі корені розвиваються, як правило, у другій половині вегетації і є опорними, – вони підсилюють стійкість рослин до вилягання. Але якщо ці корені потрапляють у вологий ґрунт вони можуть включатись у функцію живлення, істотно посилюючи загальну потужність кореневої системи. Розвиток і потужність кореневої системи залежать від генетичних особливостей гібрида, температури та

вологості ґрунту. Саме тому агротехнічні заходи дуже важливі і спрямовані на створення сприятливих для її формування умов і розвитку.

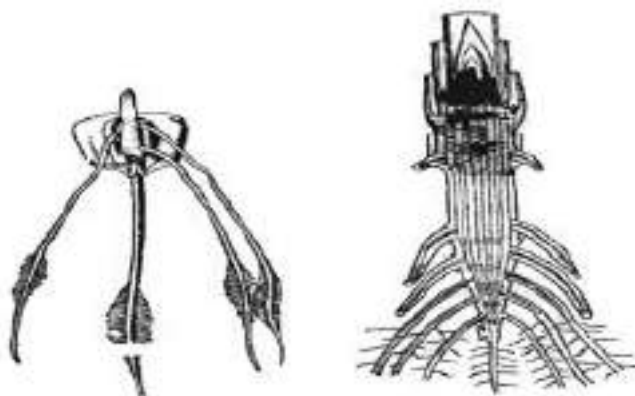


Рис. 2. Особливості проростання насіння кукурудзи та утворення повітряних корінців.

Суцвіття. На одній рослині формується чоловіче суцвіття – волоть а жіноче – початок, тобто вона є однодомною роздільностатевою рослиною. Волоть у кукурудзи верхівкова, розміщується на кінці центрального стебла або на верхівках бічних пагонів. На стеблі утворюються здебільшого 2-3 качани, решта бруньок не розвиваються. Початок розміщується на короткій ніжці, покритій зовні обгортковими листками, які відрізняються від звичайних стеблових добре розвиненими піхвами, а також редукованими пластинками. Внутрішні листки обгортки тонкі, майже плівчасті, світлі, зовнішні – товщі й зелені. Основою початка є добре розвинений стрижень циліндричної форми, завдовжки 15-35 см.

Насіння. Гола зернівка різних розмірів і форми, консистенції та забарвлення.

Квітки. Чоловічі квітки зібрані у верхівках, жіночі – на качанах, у пазухах верхніх стеблових листків. Колоски з чоловічими квітками розміщені вздовж кожної гілки двома або чотирма рядами, попарно, з яких один сидячий, другий на короткій ніжці. Колоски двоквіткові; квітки тичинкові, з широкими опушеними перетинчастими колосковими лусками та тонкими м'якими – квітковими, між якими знаходиться 3 тичинки з двогніздими пиляками. У кожній добре розвиненій волоті утворюється до 1-1,5 тис. квіток, які за сприятливих умов зацвітають разом з жіночими квітками або на 2-4 дні раніше. Пилок переноситься вітром на відстані 300-1000 м, що враховують при просторовій ізоляції насінних посівів кукурудзи. Колоски початка мають м'ясисті колоскові луски та ніжні тонкі – квіткові. У кожному колоску знаходиться дві квітки, але утворює зернівку лише одна – верхня, друга, нижня – безплідна. Розміщені попарно колоски формують дві зернівки, тому початки мають парну кількість рядів зерен – від 8 до 24 і більше. Нормально розвинені жіночі квітки мають сформовані маточки, які складаються із зав'язі ниткоподібного стовпчика і приймочки [3].

Вимоги до вологи. За відношенням до вологи кукурудза порівняно з іншими овочевими культурами є посухостійкою. До квіткування рослини

помірно вимогливі до вологи, а під час розвитку генеративних органів та запилення потреба у волозі значно підвищується. Тому повітряна посуха в цей період навіть протягом 2-3 діб призводить до зниження врожайності до 20%. Так, нестача вологи за 10 діб до викидання волоті, а також початку формування врожаю призводить до різкого пониження продуктивності рослин. Оптимальна вологість ґрунту в період вегетації повинна становити 75-80%НВ. Надлишок вологи в цей період також призводить до зниження врожайності початків. Передчасно ослизнюється коренева система, листки відмирають, а при затопленні рослини гинуть.

Вимоги до елементів живлення. Високий урожай кукурудзи цукрової одержують на пухких, високородючих, чистих від бур'янів, багатих на органічну речовину ґрунтах в умовах достатнього зволоження. На 10 т урожаю качанів кукурудза цукрова виносить із ґрунту в середньому 37 кг азоту, 26 – фосфору та 67 кг калію. Добре засвоюють рослини поживні речовини при нейтральній або слабнокислій реакції ґрунтового розчину. Мало придатні для вирощування кукурудзи цукрової кислі, важкі холодні ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод. За нестачі азоту знижується вміст хлорофілу, рослини жовтіють і сповільнюють ріст. Нестача фосфору погіршує утворення репродуктивних органів, що негативно впливає на ріст рослин та функціонування кореневої системи. За нестачі калію затримується відтік продуктів фотосинтезу.

У першій половині вегетації до квітання, починаючи з проростання насіння, рослини використовують з ґрунту до 70% мінерального живлення. Тому вони добре реагують на внесення органічних і мінеральних добрив. Особливо високі врожаї качанів у молочно-восковій стиглості кукурудза цукрова дає після попередників, під які вносили органічні добрива.

Вимоги до тепла. Кукурудза цукрова – жаростійка культура. Насіння її проростає за температури понад 10°C. За температури 12-14°C сходи на поверхню ґрунту з'являються через 12-14 діб, а при 20-22°C – на 5-6 добу. Оптимальна температура для росту і розвитку рослин становить 22-25°C. Приморозків рослини не переносять. Короткочасне зниження температури повітря до -1°C значно пошкоджує сходи, після чого вони дуже погано відростають. За температури 10°C ріст і розвиток рослин спочатку сповільнюється, а згодом і припиняється

Вимоги до світла. Кукурудза – культура світлолюбна, а також любить довгий світловий день. Уже за тривалості дня 12-14 годин подовжується її вегетаційний період, сповільнюється і затримується розвиток рослин, початки утворюються погано, вони дрібні, запізнюється настання технічної стиглості, і зерно втрачає свою якість [4].

З результатів А.І. Полякова видно, що дія комплексних мінеральних добрив позитивно вплинула на біометрію кукурудзи. Відмічено гарний вплив комплексних мінеральних добрив, особливо високим вмістом азоту. Різниця щодо висоти рослин між удобреним і неудобреними фонами була несуттєвою. Спираючись на дані досліджень можна зробити висновки, що в результаті

капілярний рух вологи до насіння був порушений і сходи з'являлись нерівномірно, також під час дискування не завжди витримувалась задана глибина обробки ґрунту, тому була присутня гофрованість насінневого ложа в агрофоні.

Обробіток ґрунту	Удобрення	Площа листової поверхні однієї рослини, дм ²	Кількість листків, шт./росл.		Діаметр стебла, см
			зелених	сухих	
Поліцева оранка (23–25 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	41,25	10,1	4,1	2,8
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	44,01	10,8	4,2	2,8
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	45,32	11,2	4,3	2,8
Чизлювання (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	41,20	10,3	4,0	2,8
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	44,00	10,9	4,2	2,8
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	45,34	11,3	4,3	2,8
Плоскорізне розпушування (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	59,60	10,0	3,9	2,75
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	41,70	10,4	4,1	2,8
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	43,65	11,0	4,3	2,8
НВР _{0,12}	для обробітку ґрунту	1,1	0,2	0,2	0,05
	для добрив	2,5	0,2	0,3	0,05

Рис. 3. Біометричні показники рослин кукурудзи в фазі цвітіння залежно від основного обробітку ґрунту.

Вченими було зазначено, що у паростків спостерігались уповільнення в рості і густина стояння рослин була менша, ніж при полиневому і плоскорізальному обробітках.

Обробіток ґрунту	Удобрення (фактор В)	Рік					Середнє
		2011	2012	2013	2014	2015	
Поліцева оранка (23–25 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	6,91	1,83	6,29	4,53	4,82	4,88
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	7,45	2,12	6,75	4,98	5,33	5,33
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	7,69	2,55	6,96	5,25	5,54	5,60
Чизлювання (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	6,83	1,80	6,18	4,57	4,78	4,83
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	7,39	2,05	6,60	5,02	5,40	5,29
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	7,71	2,41	6,79	5,31	5,59	5,56
Плоскорізне розпушування (14–16 см)	без добрив + післяжнивні рештки попередника (контроль)	6,70	1,77	6,04	4,79	4,75	4,81
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	7,34	1,91	6,47	5,34	5,36	5,28
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки попередника	7,73	2,26	6,72	5,56	5,84	5,62
НВР _{0,12} , т/га	для обробітку ґрунту	0,21	0,10	0,22	0,24	0,13	–
	для добрив	0,21	0,10	0,21	0,29	0,10	–

Рис. 4. Урожайність зерна кукурудзи залежно від обробітку ґрунту та удобрення, т/га [5].

Висновки. Полицева оранка забезпечувала кращі умови для росту і розвитку кукурудзина ділянках без внесення мінеральних добрив, але за наявності післяжнивних решток попередника. Чизельний та плоско-різальний обробітки ефективні при наявності збалансованого органо-мінерального фону. Усі рослини майже не поступаються в рості та забезпечують приблизно однакову врожайність насіння.

Список використаних джерел

1. Кукурудза. Популярна зернова, кормова і технічна культура, яка характеризується універсальністю використання і високою врожайністю. <https://ast.ua/products/roslinnitstvo/6.html>
2. Попередники та обробіток ґрунту під кукурудзу. <https://agrosience.com.ua/plant/51-poperednyky-ta-obrobitok-gruntu-kukurudzu>
3. Опис та характеристика рослини Кукурудза звичайна. <https://agrarii-razom.com.ua/plants/kukurudza-zvichayna>
4. Кукурудза цукрова – технологія вирощування. https://agromage.com/stat_id.php?id=1042
5. Кукурудза потребує уваги. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/9860-kukurudza-potrebuie-uvahy.html>

Любов ФАЙДЕВИЧ¹⁸,
студентка 1-го курсу,
інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

Анотація. Кукурудза є однією із найважливіших сільськогосподарських культур, що вирощують українські аграрії, в майже усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. У зв'язку із тим, що ці зони мають різні фактори впливу на рослини (кількість опадів, типи ґрунтів, суми активних температур та ін.) виникає виробнича необхідність у правильному порівнянні різних систем обробітку ґрунту, що є ключовим фактором формування врожаю кукурудзи. В даній статті вказано переваги та недоліки різних систем обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи в Україні.

¹⁸Науковий керівник: Шевченко Н.В., кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

Ключові слова: кукурудза, традиційний (полицевий) обробіток ґрунту, горизонтальний обробіток ґрунту, вертикальний обробіток ґрунту, strip-till, no-till.

Annotation. Corn is one of the most important agricultural crops grown by Ukrainian farmers in almost all soil and climatic zones of Ukraine. Due to the fact that these zones have different factors affecting plants (amount of precipitation, types of soils, sums of active temperatures, etc.), there is a production need for a correct comparison of different tillage systems, which is a key factor in the formation of the corn crop. This article indicates the advantages and disadvantages of different tillage systems for growing corn in Ukraine.

Keywords: corn, traditional (shelf) tillage, horizontal tillage, vertical tillage, strip-till, no-till.

Вступ. У комплексі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності кукурудзи, важливе місце займає обробіток ґрунту.

Якісний обробіток ґрунту поліпшує агрофізичні властивості орного шару, регулює біохімічні процеси, що відбуваються у ґрунтовому середовищі, змінює інтенсивність трансформації органічної речовини і вологи, безпосередньо впливає на протиерозійну стійкість агрофону та ефективність використання рослинами внесених добрив.

Для визначення найбільш ефективних систем чи способу обробітку ґрунту під кукурудзу необхідно враховувати тип ґрунту, погодно-кліматичні умови, рельєф місцевості, попередники та ступінь забур'яненості поля. А також біологічні особливості кукурудзи, адже, як відомо, вона має добре розвинену кореневу систему, яка поширюється рівномірно у всіх напрямках і локалізується в основному у шарі ґрунту 30–60 см, тому потребує за можливості глибокого обробітку ґрунту.

Для кукурудзи найбільш сприятливими є чорноземні, темно-каштанові та лучно-чорноземні ґрунти з нейтральною реакцією рН 7,0. Малопродатними є важкі піщані, глинисті, а також кислі і засолені ґрунти з об'ємною масою до 1 г/см³ та понад 1,3 г/см³.

У зонах нестійкого і недостатнього зволоження, головним завданням основного обробітку є створення умов для максимального збереження і накопичення ґрунтової вологи, а також боротьба із бур'янами. Строки і технологія обробітку ґрунту визначається попередником та часом його збирання.

Метою даної статті є порівняння а також висвітлення переваг та недоліків різних систем основного обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи.

Виклад основного матеріалу. Система традиційного основного обробітку під кукурудзу в основному складається із лушення стерні та зяблевої

оранки. Лушення проводять одразу після збору попередника, яке сприяє очищенню поля від бур'янів та провокує проростання падалиці. А після попередників, що залишають грубі стебла лушення та дискування забезпечують подрібнення рослинних решток, їх перемішування з ґрунтом, та розпушення верхнього шару ґрунту, що у мінімальній технології обробітку може рахуватися як основний.

У різних ґрунтово-кліматичних зонах України під кукурудзу застосовують осінній диференційований обробіток ґрунту, що в більшості випадків представлений оранкою або чизелюванням. Проте, не варто проводити основний обробіток ґрунту весною, адже це призводить до погіршення агрофізичного стану ґрунту (зневоднення, погіршення структури та ін.), що в подальшому відобразиться на зниженні урожайності.

Високу якість традиційного обробітку забезпечує оранка висококліренсними оборотними плугами, які надають повне загортання побічної продукції попередника та вирівняність поверхні, що позитивно впливає на якість подальших технологічних операцій.

При вирощуванні кукурудзи на ґрунтах з незначним гумусовим горизонтом, полицевий обробіток слід проводити не глибше ніж 20–22 см для запобігання вивертання на поверхню малогумусного горизонту і заорювання у глибші шари гумусного шару.

Проте є негативні наслідки полицевого обробітку. Вони представлені передусім інтенсивним розвитком ерозійно-стокових процесів, деградацією і виснаженням ґрунту, великою витратою енергетичних ресурсів на виробництво і т.д. За даними ННЦ Інститут землеробства НААН України щорічні втрати ґрунту в Україні через використання полицевої оранки становлять близько 600 млн т, а води – 16 млрд м³, що могло б забезпечити формування 16 млн т зерна.

Враховуючи вищезазначені негативні чинники, в системі ґрунтозахисного землеробства перевага надається чизельному обробітку, який виконується чизельними агрегатами різних компонок та модифікацій. Чизелювання зменшує розвиток ерозії та допомагає додатково зберегти 190–230 м³/га продуктивної вологи. Щодо порівняння урожайності, то на рівнині при чизельному обробітку ґрунту вона майже така ж як при оранці, а от на пагорбах та схилах перший дає прибавку в 5–8%.

Підіб'ємо підсумки, основний обробіток ґрунту під кукурудзу на рівних полях в більшості проводять по лицевими оборотними плугами, а в системі ґрунтозахисного землеробства – чизельними агрегатами, що запобігає розвитку ерозійних процесів та додаткове накопичення продуктивної вологи [1].

Горизонтальний обробіток. Раніше горизонтальний обробіток ґрунту був синонімом оранки з оборотом пласта, проте зараз він в більшості включає прохід культиватором, луцильником або компактним ґрунтообробним агрегатом весною перед сівбою на глибину від 7,6 до 10,2 см. При соєво-

кукурудзяній сівозміні горизонтальний обробіток передбачає лише один прохід агрегата безпосередньо перед посівом кукурудзи що забезпечує швидку появу рівномірних сходів. Проте один із основних недоліків цієї системи є нерівномірна щільність на різних шарах ґрунту та наявність плужної підшви. А сама ж плужна підшва в залежності від погодних умов спричиняє погане проникнення через себе вологи, погіршення розвитку кореневої системи. При цьому одним із варіантів покращення стану ґрунту буде використання елементів або є і всієї технології вертикального обробітку ґрунту, *no-till* чи *strip-till*.

Також варто зазначити, що різкий перехід із більш традиційних на вертикальний обробіток ґрунту, *no-till* чи *strip-till* для деяких фермерів може бути занадто важким, а подекуди неможливим. Перший етап до переходу між технологіями це розпушити увесь ґрунтовий профіль за допомогою певних ґрунтообробних операцій [2].

Вертикальний обробіток – це такий обробіток, що проводиться під прямим кутом до ґрунту, тобто вертикально. Машини для вертикального обробітку мають довгі лапи, які розпушують ущільнені шари ґрунту, усуваючи перехід у щільності ґрунту, створений горизонтальним обробітком. В основному лінійка техніки представлена лінійними глибокорозпушувачами, дисковими чизелями та дисковими глибокорозпушувачами чизельними плугами.

Для формування однорідного шару ґрунту глибина обробітку повинна складати половину ширини між робочими органами агрегату, тобто при обробітку глибиною 20 см треба виставити ширину між лапами чи то дисками в ряду орієнтовно на відстані 40 см.

Однорідність у розпушуванні ґрунту легше добитись завдяки дисковим глибокорозпушувачам або дисковим чизелям, оскільки вони мають більшу кількість робочих органів. Проте, конфігурація налаштувань агрегату потрібно підбирати під кожне поле окремо.

Слід зазначити що варто приділити увагу вирівнюванню ґрунту, а саме після агрегатів для обробітку ґрунту слід встановити компоненти для вирівнювання його поверхні. Неякісне вирівнювання може призвести до смугового чи ділякового скупчення гербіцидів, через що вони знизиться їх ефективність.

Також важлива форма робочих органів, правильний вибір якої, залежить від того чи варто нам заробляти пожнивні рештки, чи залишати на поверхні у вигляді мульчі.

Оптимальна швидкість вертикального обробітку ґрунту 11-20 км/год. Для протидії переущільнення від колій тракторів та обприскувачів на них слід встановлювати спеціальні шини, що розподіляють рівномірно тиск на поверхні ґрунту.

Під час весняного боронування можна перевірити якість основного обробітку ґрунту: якщо трактор трясеться та відчуваються нерівності, значить, обробіток був виконаний недостатньо якісно та мілко. Якщо глибина обробітку була обрана правильно, поставлений у кабіні трактора стакан з водою під час боронування не повинен пролитися, при цьому трактор може водити зі сторони в сторону, але не ніяк не вгору-вниз. Неякісний первинний обробіток ґрунту унеможливає коректне налаштування глибини та тиску у висівних апаратах сівалки, бо м'які ділянки ґрунту чергуватимуться з твердими.

Перевагами такого обробітку є усунення плужної підшви, ущільнених шарів, зменшення перепадів щільності та колії. А от недоліками є те, що він потребує більшої уваги і зусиль, ніж горизонтальний обробіток. Також ця технологія вимагає досить потужних тракторів; встановити спеціальні шини на трактори та обприскувачі, для запобігання утворенню колій; спеціальної сівалки, оскільки вона повинна бути обладнана пристроями для очищення рядків від пожнивних решток; а також завершення осіннього обробітку до того часу, поки підуть дощі.

Якщо ж працювати в вологому або прохолодному кліматі та йти на мінімізацію обробітку ґрунту варто використовувати strip-till. Strip-till суттєво відрізняються від no-till концепція якого спрямована на відсутність будь яких обробітків окрім диска сівалки, і передбачає смуговий обробіток ґрунту на глибину 15-17,5 см [3].

Strip-till цікавий тим, що обробіток поля проводиться лише смугами, а інші ділянки поля залишаються непошкодженими. Також під час обробітку смуг є можливість вносити добрива. Безпосередньо сівба виконується в підготовлені смуги, а між ними залишається мульча, що допомагає зберігати вологу та протистоїть ерозії.

Проте, є і негативні аспекти цієї технології. Насамперед потрібний комплекс агротехніки (як агрегати, так системи точного землеробства), і не всі ґрунтово-кліматичні умови придатні для неї. В більшості найпоширенішою проблемою технології є незбіг проходу ґрунтообробного агрегату і сівалки. Це коли сошники потрапляють не в точно нарізану смугу, а у вкрите пожнивними рештками міжряддя, і відповідно, втрачається сам сенс strip-till. На купівлю агрегатів для смугового обробітку ґрунту витрачають чималі кошти, та було б нераціонально їх використовувати не з повною ефективністю.

Також проблематику викликає підготовка полів до переходу на технологію strip-till. Поверхню поля потрібно вирівняти ще при традиційному обробітку, щоб зменшити відхилення під час нарізання смуг та посіву та якісно виконувати всі елементи технології.

Важливо ретельно подрібнювати та рівномірно розподіляти пожнивні рештки культури-попередника.

Технологія *no-till* віддалено схожа на *strip-till* але із меншою кількістю оброблювальної поверхні ґрунту та вимагає більше зусиль і планування. За цієї технології потрібно звертати увагу на те, що боротьбу з бур'янами можна проводити в основному гербіцидами. Перші сходи бур'янів контролюють гербіцидами суцільної дії, крім того, останні слід вносити ще й восени. А ще зростає небезпека захворювань, тому доводиться ретельніше пильнувати фітосанітарний стан полів.

Щодо забезпечення ґрунту, то рН та вміст калію і фосфору варто збалансувати до впровадження технології. Повторне вирощування кукурудзи 2 і більше років поспіль можливе, але кожного року їх варто змінювати та пильнувати за хворобами і шкідниками. Для можливості посіву, сівалка повинна бути обладнана пристроями для очищення рядків від пожнивних решток і мати оптимальні показники тиску на ґрунт.

Переваги: зменшення кількості проходів по полю; чудовий контроль ерозії; зменшення випаровування води із ґрунту; зменшення витрат пального.

Недоліки: поля довше прогріваються і висихають; необхідна спеціальна техніка; можливі проблеми через переущільнення ґрунту; тривале впровадження [4].

Висновок. Отже, зважаючи на досліджуваний матеріал щодо переваг та недоліків різних систем обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи на зерно можна підсумувати наступне: ефективний вплив обробітку на ґрунт посилюється тоді, коли глибина, способи та заходи його здійснюються в науково обґрунтованій послідовності та тісній взаємодії з усіма ланками системи землеробства; основний обробіток ґрунту відіграє важливу роль у вирощуванні кукурудзи. Одними із найпопулярніших в Україні способів обробітку ґрунту є традиційний обробіток ґрунту (оранка), горизонтальний обробіток, вертикальний обробіток, *strip-till* і *no-till*, та інші, що практикуються, проте не такі популярні. Кожна із систем обробітку має свої переваги та недоліки вказані в викладі основного матеріалу.

Головним завданням основного обробітку ґрунту під кукурудзу, є максимальне знищення бур'янів, збереження та накопичення максимально можливої кількості вологи із осінньо-зимових та ранньовесняних опадів у оброблювальному шарі ґрунту, накопичення та доступність поживних речовин, активізація біологічних процесів ґрунту, надання кореневмісному шарі оптимальної структури, протидія вітровій і водній ерозії.

Варто зазначити, що надмірно інтенсивний обробіток в більшості випадків призводить до руйнування структури ґрунту і зниження родючості. За умов зміни клімату що призводить до зменшення кількості атмосферних опадів застосування традиційного основного обробітку ґрунту значно поступається іншим обробіткам в якості та ефективності.

Список використаних джерел

1. Мирослава Фурманець, Юрій Фурманець. Продуктивність кукурудзи залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення. Агрономія сьогодні. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/1955-produktyvnist-kukurudzy-zalezho-vid-system-obrobitku-gruntu-ta-udobrennia.html> (дата звернення 05.09.2024 р.).
2. Олександр Цилюрик. Ефективні прийоми обробітку ґрунту під кукурудзу. Агробізнес Сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12698-efektyvni-priyomu-obrobitku-gruntu-pid-kukurudzu.html> (дата звернення 08.09.2024 р.).
3. КенФеррі. Порівняльний огляд систем обробітку ґрунту. Пропозиція. URL: <https://propozitsiya.com/ua/porivnyalnyy-oglyad-system-obrobitku-gruntu> (дата звернення 26.08.2017 р.).

Ярослав ЦАРЮК¹⁹,

студент 5 курсу денної форми навчання,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИННИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

***Анотація.** Стаття присвячена дослідженню перспектив та викликів використання енергетичних рослинних культур для виробництва біопалива в умовах глобальних змін клімату. У роботі розглянуто основні види енергетичних культур, такі як міскантус, кукурудза, цукровий очерет та інші, які є джерелом біоетанолу, біодизелю та біогазу. Проаналізовано технології переробки рослинної сировини, екологічні переваги зниження викидів парникових газів, відновлюваність ресурсів та позитивний вплив на енергетичну незалежність країн. Водночас вказано на економічні та соціальні виклики, пов'язані з високими капітальними витратами, конкуренцією з харчовими культурами та потенційними екологічними ризиками. Стаття також окреслює перспективи розвитку галузі, включаючи інноваційні технології та державне регулювання.*

***Abstract.** The article is devoted to the study of the prospects and challenges of using energy crops for biofuel production in the context of global climate change.*

¹⁹Науковий керівник: Вячеслав Циганський, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

The paper examines the main types of energy crops, such as miscanthus, corn, sugarcane, and others, which serve as sources for bioethanol, biodiesel, and biogas. The technologies for processing plant raw materials are analyzed, along with the environmental benefits of reducing greenhouse gas emissions, the renewability of resources, and the positive impact on the energy independence of countries. At the same time, the article highlights the economic and social challenges, including high capital costs, competition with food crops, and potential environmental risks. The article also outlines the development prospects of the sector, focusing on innovative technologies and government regulation.

Вступ. Розвиток альтернативних джерел енергії є критично важливим на тлі зростання глобальних екологічних проблем та обмеженості викопних палив. Енергетичні рослинні культури, які використовуються для виробництва біопалива, стають все більш затребуваними завдяки своїй відновлюваності та потенціалу для зниження викидів парникових газів. Проте, використання енергетичних культур також стикається з певними викликами, зокрема, екологічними та економічними.

Виклад основного матеріалу. Поняття та класифікація енергетичних рослин. Енергетичні рослини – це види рослин, які спеціально вирощуються для використання як джерела біомаси з метою отримання енергії. Вони можуть бути однорічними або багаторічними культурами та класифікуються за типом біомаси (трав'яні, деревні, олійні) та за призначенням (харчові й нехарчові).

Основні види енергетичних культур.

Трав'яні культури: Міскантус, слонова трава, кукурудза, цукровий очерет – використовуються для виробництва біоетанолу та біогазу.

Деревні культури: Верба, тополя, евкالیпт – забезпечують деревну біомасу для виробництва твердого палива (пелети) та біогазу.

Олійні культури: Ріпак, соя, пальма олійна – сировина для виробництва біодизелю.

Технології виробництва біопалива з енергетичних культур.

Основні методи переробки рослинної сировини в біопаливо:

Біоетанол: Отримується шляхом ферментації цукрів, які містяться в рослинній біомасі (наприклад, кукурудза, цукровий очерет). Основні етапи включають попередню обробку, гідроліз, ферментацію та дистиляцію.

Біодизель: Виготовляється через трансестерифікацію олій, отриманих з олійних культур, таких як ріпак або соя. Процес включає хімічну реакцію олії з метанолом або етанолом у присутності каталізатора.

Біогаз: Виробляється з біомаси (солома, органічні відходи, гній) шляхом анаеробного зброджування. Цей метод підходить для широкого спектра органічної сировини.

Порівняння ефективності різних видів біопалива. Біоетанол ефективний у зниженні викидів CO₂, але має низьку енергетичну щільність порівняно з традиційними паливами. Біодизель менш токсичний і має кращі змазувальні властивості, але виробництво залежить від специфічних рослин.

Біогаз є універсальним та економічно вигідним джерелом енергії, але його виробництво вимагає значних капітальних інвестицій у біореактори.

Переваги використання енергетичних культур для виробництва біопалива:

Відновлюваність та екологічність ресурсів. Енергетичні рослини є відновлюваними ресурсами, які можна вирощувати повторно, зберігаючи продуктивність ґрунтів і використовуючи менше добрив та пестицидів порівняно з традиційними культурами. Вони також сприяють збереженню біорізноманіття, якщо їх вирощування є екологічно раціональним.

Зниження викидів парникових газів. Біопаливо з енергетичних рослин дозволяє скоротити викиди CO₂ порівняно з викопним паливом. Рослини поглинають CO₂ під час росту, що частково компенсує викиди при спалюванні біопалива.

Підтримка енергетичної незалежності. Вирощування енергетичних культур на національному рівні може знизити залежність від імпорту викопного палива, сприяючи розвитку місцевої економіки, створенню робочих місць та зменшенню геополітичних ризиків.

Виклики та проблеми в контексті змін клімату:

Вплив зміни клімату на вирощування енергетичних культур. Зміни клімату (посухи, екстремальні погодні умови) можуть впливати на врожайність енергетичних культур, змінюючи вологість ґрунтів, розповсюдження шкідників та хвороб. Це потребує адаптації сортів і технологій обробки.

Економічні та соціальні обмеження. Високі витрати на вирощування та переробку енергетичних культур можуть бути економічним бар'єром, особливо в країнах з обмеженими ресурсами. Також виникає конкуренція за землю між харчовими та енергетичними культурами, що може призводити до соціальних конфліктів.

Екологічні ризики. Масове вирощування енергетичних культур може призвести до виснаження ґрунтів, зниження рівня ґрунтових вод, втрати біорізноманіття та збільшення використання хімічних добрив та пестицидів.

Перспективи розвитку виробництва біопалива з енергетичних культур:

Інноваційні технології та їх потенціал. Розвиток біотехнологій, таких як генетична модифікація культур для підвищення врожайності та стійкості до змін клімату, а також покращення технологій переробки, може підвищити ефективність та знизити витрати на виробництво біопалива.

Державна політика та регулювання. Уряди багатьох країн підтримують розвиток біопаливної галузі шляхом запровадження пільг, субсидій, квот і стимулювання досліджень. Важливою є розробка нормативної бази, що регулює виробництво та використання біопалива, щоб уникнути негативних екологічних наслідків.

Перспективи міжнародного співробітництва. Міжнародне співробітництво, включаючи обмін технологіями, знаннями та досвідом, може сприяти більш ефективному використанню ресурсів, стандартизації методів виробництва та зниженню витрат.

Узагальнення основних результатів. Енергетичні рослинні культури є перспективним джерелом для виробництва біопалива, що здатне частково замінити викопні ресурси і забезпечити зменшення впливу на навколишнє середовище. Переваги та виклики використання таких культур для виробництва біопалива можна розглянути в контексті екологічних, економічних і соціальних аспектів.

1. Екологічні аспекти:

Переваги:

Зменшення викидів парникових газів. Використання біопалива з енергетичних рослин дозволяє значно знизити рівень викидів CO₂ у порівнянні з традиційними паливами. Це пов'язано з тим, що під час зростання рослини поглинають CO₂ з атмосфери, що компенсує викиди, які утворюються під час спалювання палива.

Відновлюваність ресурсів. Енергетичні культури, на відміну від викопних палив, є відновлюваними, оскільки їх можна вирощувати щорічно або циклічно. Це сприяє сталому використанню природних ресурсів та знижує залежність від вичерпних запасів.

Різноманітність видів культур. Широкий спектр видів енергетичних культур дозволяє адаптувати їх вирощування до різних кліматичних і ґрунтових умов, що зменшує ризики деградації ґрунтів та виснаження ресурсів.

Виклики:

Вплив на ґрунти та водні ресурси. Масове вирощування енергетичних культур може призводити до деградації ґрунтів через інтенсивне використання пестицидів і добрив, виснаження водних ресурсів і ерозію ґрунтів. Це особливо актуально в регіонах з обмеженими водними ресурсами.

Біорізноманіття. Велика площа землі, виділена під монокультури енергетичних рослин, може призвести до втрати біорізноманіття, оскільки заміщуються природні екосистеми, що мають високу екологічну цінність.

2. Економічні аспекти:

Переваги:

Енергетична незалежність. Використання біопалива дозволяє знизити залежність від імпорту викопного палива, що сприяє зміцненню енергетичної безпеки країн. Місцеве вирощування енергетичних культур стимулює розвиток внутрішнього виробництва та створює робочі місця.

Підтримка сільського господарства. Розвиток енергетичних культур сприяє диверсифікації сільськогосподарської діяльності. Це може бути важливим джерелом доходу для фермерів, особливо в регіонах, де традиційне сільське господарство є менш прибутковим через кліматичні умови або зниження родючості ґрунтів.

Виклики:

Високі капітальні витрати. Створення інфраструктури для вирощування, збору та переробки енергетичних культур вимагає значних початкових інвестицій. Це включає розвиток спеціалізованого обладнання,

будівництво біоенергетичних заводів, а також дослідження і розробки нових сортів культур, що є більш стійкими до зміни клімату.

Конкуренція з харчовими культурами. У деяких регіонах вирощування енергетичних культур може конкурувати з харчовими культурами за землю і ресурси. Це може спричинити підвищення цін на харчові продукти або скорочення площі під харчові культури, що в свою чергу вплине на продовольчу безпеку.

3. Соціальні аспекти:

Переваги:

Створення робочих місць. Вирощування і переробка енергетичних рослин є трудомісткими процесами, що стимулює створення нових робочих місць як у сільськогосподарському секторі, так і в сфері біоенергетики. Це особливо важливо для сільських регіонів, де може бути обмежена кількість інших можливостей для працевлаштування.

Розвиток сільських територій. Вирощування енергетичних культур і створення пов'язаних із ними підприємств сприяє розвитку інфраструктури в сільській місцевості, покращенню транспортної мережі та залученню інвестицій.

Виклики:

Соціальна справедливість. Виникають питання стосовно розподілу вигод від вирощування енергетичних культур. В деяких випадках великі корпорації можуть отримати більші прибутки, тоді як дрібні фермери можуть не мати доступу до нових технологій або не отримати вигоди від виробництва біопалива.

Зміна ландшафту сільського господарства. Вирощування енергетичних культур може змінити традиційний уклад життя в сільській місцевості, особливо якщо воно призводить до заміщення традиційних харчових культур.

Висновок. Узагальнюючи, можна зазначити, що енергетичні рослинні культури мають значний потенціал для розвитку стійкої біоенергетики, особливо в умовах глобальних змін клімату. Їх використання сприяє зниженню викидів парникових газів та забезпечує відновлюване джерело енергії. Проте розвиток цієї галузі вимагає уважного балансу між економічними вигодами, екологічними викликами та соціальною справедливістю. Тільки комплексний підхід до вирощування і переробки енергетичних культур дозволить максимально використати їх потенціал, з мінімізацією негативного впливу на довкілля та суспільство.

Список використаних джерел

1. Український союз промисловців і підприємців. Використання біомаси в Україні: можливості та перспективи [Електронний ресурс]. URL: <https://uspp.ua/assets/doc/uspp-biomass.pdf> (дата звернення 03.09.2024 р.).

2. Бліхарський, З. Й., Блискавич, В. В. Дослідження використання біомаси для виробництва енергії та впливу на екологію. *Науковий вісник НЛТУ України*,

2016, вип. 26.5, с. 90–95. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2016/26_5/13.pdf (дата звернення 08.09.2024 р.).

3. Лебідь, Є. М. Роль біопалива у забезпеченні енергетичної незалежності України. *Ефективна економіка* [Електронний ресурс]. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1995> (дата звернення 03.09.2024 р.).

4. Дідовець, Д. В., Колосков, В. І., Колоскова, О. В. Сучасні технології переробки біомаси на біопаливо в контексті енергетичної безпеки України. *Репозиторій НУЦЗУ* [Електронний ресурс]. URL: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/15790/1/Didovets_Koloskov_Koloskova_2022.pdf (дата звернення 03.09.2024 р.).

5. Князевич, А. О., Попович, С. П. Використання енергетичних культур для виробництва біопалива в умовах змін клімату. *Електронний архів НаУКМА* [Електронний ресурс]. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/81bdbcd0-8aa3-4a96-b0ef-c3e86df83f9f/content> (дата звернення 01.09.2024 р.).

Вікторія ДЕРКАЧ²⁰

студентка 3-го курсу,

факультет агрономії садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОСНОВНИХ ШКІДНИКІВ БОБОВИХ КУЛЬТУР ТА МЕТОДИ ОБЛІКІВ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГІВ

***Анотація.** У даній роботі розглядається проблема шкідників бобових культур та їх вплив на вирощування цих рослин. Аналізуються основні шкідники, їхні види та способи пошкодження бобових культур, а також методи контролю та профілактики пошкоджень. Досліджується ефективність використання біологічних, хімічних та механічних методів у боротьбі з шкідниками, що дозволяє забезпечити стійкий урожай та економічну вигоду для сільськогосподарських підприємств. Визначено, що шкідники можуть знижувати врожайність бобових на 30-50%, що негативно позначається на економіці фермерських господарств. Окрім того, обговорюються методи контролю шкідників, включаючи агроекологічні заходи, хімічні засоби та біологічні методи. Стаття підкреслює важливість комплексного підходу до управління шкідниками для забезпечення здоров'я бобових культур та сталого розвитку аграрного сектору.*

²⁰Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

Ключові слова: шкідники, бобові культури, сільськогосподарські підприємства, урожайність, методи боротьби.

Annotation. *This paper discusses the problem of pests of leguminous crops and their impact on the cultivation of these plants. The main pests, their types and methods of damage to legumes, as well as methods of damage control and prevention are analyzed. The effectiveness of the use of biological, chemical and mechanical methods in pest control is studied, which allows to ensure a stable harvest and economic benefits for agricultural enterprises. It has been determined that pests can reduce the yield of legumes by 30-50%, which negatively affects the economy of farms. In addition, pest control methods are discussed, including agroecological measures, chemicals and biological methods. The article highlights the importance of an integrated approach to pest management to ensure the health of legumes and the sustainable development of the agricultural sector.*

Key words: *pests, legumes, agricultural enterprises, yield, methods of control.*

Вступ. Бобові культури є невід'ємною частиною сучасного сільського господарства завдяки їх високій поживній цінності, здатності збагачувати ґрунт азотом та широкому застосуванню в харчовій промисловості. Проте їх вирощування часто стикається з численними викликами, одним із яких є загроза з боку шкідників. Шкідники можуть суттєво знизити врожайність, погіршити якість продукції, а в окремих випадках – знищити посіви повністю. Знання про основних шкідників бобових культур, їх біологічні особливості та ефективні методи контролю є надзвичайно важливим для забезпечення стабільного і високого врожаю.

Виклад основного матеріалу дослідження. Шкідники бобових культур є однією з найбільших загроз для стабільного та успішного виробництва цієї цінної сільськогосподарської продукції. Бобові культури, які мають високу харчову цінність і грають важливу роль у збагаченні ґрунту азотом, підлягають постійній атаці з боку різноманітних шкідників, таких як довгоносики-сітони, плодожерки, попелиці та інші. Кожен з цих шкідників має свої особливості життєвого циклу, способи пошкодження рослин і методи боротьби, що вимагає від агрономів і фермерів глибоких знань і системного підходу до захисту посівів.

Основними викликами у боротьбі зі шкідниками є не лише збереження врожаю, але й забезпечення його високої якості, а також мінімізація економічних втрат. Більше того, пошкоджені шкідниками рослини стають вразливими до вторинних інфекцій, що може призвести до ще більш серйозних

наслідків, включаючи втрату значної частини врожаю та погіршення його ринкової цінності [6].

Бобові культури, такі як горох, квасоля, соя та люпин, є важливими компонентами сільського господарства завдяки своїй здатності фіксувати азот і покращувати родючість ґрунту. Однак, ці культури піддаються атакам різноманітних шкідників, які можуть суттєво знижувати їх врожайність і якість.

Бобові культури займають важливе місце в сільському господарстві завдяки своїм харчовим та економічним властивостям. Однак їхнє вирощування підлягає ризику через численні шкідники, які можуть суттєво знизити врожайність і якість продукції. Розуміння шкідників, які загрожують бобовим культурам, а також ефективних методів боротьби з ними є ключовими для успішного ведення аграрного бізнесу [1].

Шкідники можуть знижувати врожайність бобових культур на 30-50%, що негативно впливає на економіку фермерських господарств. Вони також можуть знижувати якість насіння, що ускладнює подальше вирощування.

Горохова попелиця. Фітосанітарний огляд посівів проводять до початку цвітіння гороху, визначаючи кількість попелиць та їх природних ворогів. Якщо виявлено 300 шкідників на 100 помахів сачка, необхідно застосовувати хімічні засоби захисту. Однак, якщо співвідношення попелиць до їх ентомофагів (наприклад, хризоп, кокцинеллід та інших) становить 1:50-80, хімічна обробка може бути необов'язковою [2].

У випадках, коли щільність попелиць не досягає порогового рівня, додаткові обліки проводяться під час формування бобів. Для цього в п'яти різних точках поля оглядають по 20 рослин, визначаючи кількість уражених попелицями та ступінь пошкодження. Оцінка проводиться за п'ятибальною шкалою: 0 – рослини не заражені; 1 – легке пошкодження, помітне лише зміною кольору бобів і суцвіть без суттєвого впливу на їх розвиток; 2 – пошкоджено близько 25% поверхні суцвіть і бобів, спостерігається зміна їх розміру та форми; 3 – пошкоджено 50% поверхні суцвіть і бобів, що призводить до їх значної деформації та втрати кольору; 4 – пошкоджено 75% поверхні суцвіть і бобів, деякі з них гинуть, інші сильно деформовані і відстають у розвитку (табл. 1).

Однак, якщо співвідношення попелиць до їх ентомофагів (наприклад, хризоп, кокцинеллід та інших) становить 1:50-80, хімічна обробка може бути необов'язковою [2].

Таблиця 1

Економічні пороги шкідливості шкідників зернобобових культур

Шкідники і фази їх розвитку	Культура	Фаза розвитку рослини або період обліку і обробки	Економічний поріг шкідливості
Горохова попелиця	Горох	Початок бутонізації	20% заселених рослина або 250-300 особин на 100 помахів сачком
Гороховий трипс	-//-	Бутонізація	250 яєць на 10 квіток
		Початок цвітіння	20 личинок на 10 квіток
Гороховий зерноїд	-//-	Період цвітіння	60 яєць/м ²
Бульбочкові довгоносики – жуки	Горох, соя	Сходи – 4 листки	10-12 особин/м ² за пошкодження 10% листкової поверхні
Горохова плодожерка	Горох	Цвітіння – початок утворення бобів	Відловлювання 40 метеликів на 1 ловильне коритце за ніч, 27 яєць на 1 м ² , або 10% пошкоджених бобів
Сосва плодожерка	Соя	Цвітіння – утворення бобів	2-3 яйця на рослину за 5% заселеності рослин

Джерело: сформовано автором на основі досліджень науковців [5].

Люцерновий сліпняк звичайний завдає шкоди всім видам бобових культур, зокрема гороху, конюшині та люцерні, де він зазвичай розвивається. Оцінку щільності фітофагів проводять у теплу, сонячну погоду, коли вони найбільш активні та перебувають на рослинах. На кожному полі беруть 8-10 проб розміром 50x50 см, розташовуючи їх зигзагоподібно, і підраховують кількість шкідників на площі 1 м².

Щільність також можна визначити, використовуючи ентомологічний сачок: обліковець робить 10 одиночних помахів сачком у зигзагоподібній лінії, збираючи 10 проб. Для люцерни економічний поріг для личинок та імагоклопів становить 100 клопів на 100 помахів сачка.

Пошкодження насінників люцерни оцінюють на етапі повної бутонізації шляхом аналізу 100 стебел, зібраних у 20 різних точках поля. На кожній стеблині фіксують пожовтіння та кількість генеративних органів, що вже осипалися. Якщо виявляється висока щільність люцернового та інших видів клопів (наприклад, бурякових чи польових) на насінневих ділянках, планується застосування інсектицидів [4].

Трипси. В Україні на зернобобових культурах і багаторічних травах виявляють і завдають шкоди генеративним органам 8 видів трипсів. Серед них найпоширенішими є гороховий, люцерновий, бобовий, метеликовий та еспарцетовий трипси. Ці шкідники з'являються на посівах зернобобових культур і багаторічних бобових трав у період формування квіткових бруньок.

Бобовий і метеликовий трипси в основному заселяють посіви на сої.

Обстеження посівів зернобобових культур проводять на початку фази бутонізації. У 10 різних точках поля збирають по 10 стебел із зав'яззю суцвіть, які поміщають у паперові або поліетиленові пакети. В лабораторних умовах злегка підв'ялені рослини розтинають за допомогою голки під лупою, щоб виявити та відокремити дорослих трипсів і личинки, підраховуючи їх середню кількість на одне суцвіття чи квітку. Якщо виявляється висока щільність шкідників (20 личинок на 10 квіток), посіви обробляють хімічними препаратами, поєднуючи це з обробкою проти попелиць.

Зерноїди. Серед шкідників найбільшу загрозу становлять гороховий, бобовий, горошковий та квасолевий. Вони пошкоджують рослини на стадії утворення бобів.

Зазвичай жуки з'являються на посівах гороху та інших бобових під час початку цвітіння. Їх кількість визначають шляхом відлову ентомологічним сачком за аналогічною методикою, що й для попелиць. Особливу увагу приділяють обстеженню країв полів. Якщо виявляють значну кількість жуків, посіви обробляють хімічними препаратами одночасно з обробкою проти попелиць і трипсів [5].

У період досягання бобів оцінюють ступінь пошкодження зернин зерноїдами. Для цього на полі вибирають 20 місць, з кожного зривають по 5 бобів з двох сусідніх рядків (загалом 100 бобів). У лабораторії вилущують зерна, розрізають їх навпіл і підраховують кількість жуків та личинок. Таким чином визначають відсоток пошкоджених зернин від загальної кількості досліджених [6].

Довгоносики. Основу системи спостережень за цими видами складають обліки на багаторічних бобових травах восени після завершення вегетації та на початку весни перед початком росту. Обстеження посівів проводять методом відбору ґрунтових проб, кожна з яких займає площу 0,25 м² і має глибину 15-30 см разом із усіма рослинними залишками.

На одному полі, незалежно від його розмірів, відбирають не менше 8-10 проб, рівномірно розташованих по площі або за зигзагоподібною траєкторією. Під час лабораторного аналізу ґрунту та рослинних залишків визначають щільність довгоносиків-сітонів. Усі підрахунки переводять на 1 м². Поле вважається слабо заселеним за щільності довгоносиків до 2 на 1 м², середньо заселеним при наявності 2-4, і сильно заселеним при щільності 5 і більше на 1 м². Економічний поріг шкідливості сітонів становить 5-10 жуків на 1 м².

Попелиці є ще одним небезпечним шкідником, який висмоктує соки з рослин. Вони можуть швидко розмножуватися і викликати значні пошкодження.

Плодожерки завдають значної шкоди бобовим культурам, пошкоджуючи їх плоди, що призводить до суттєвих втрат врожаю. Крім того, пошкоджені плоди стають вразливими до вторинних грибкових інфекцій, що може погіршити якість продукції та знизити її ринкову цінність [1].

Існує кілька основних методів боротьби з шкідниками бобових культур, кожен з яких має свої переваги та застосовується залежно від виду шкідника, стану посівів та економічних умов. Ось основні методи (табл. 2):

Таблиця 2

Методи боротьби з шкідниками

Методи боротьби	Характеристика
Агроекологічні практики	Включають ротацію культур, змішане вирощування, а також використання культур-посередників, які можуть знижувати чисельність шкідників.
Хімічні методи	Інсектициди та фунгіциди є популярними засобами боротьби з шкідниками. Важливо дотримуватися рекомендацій щодо їх застосування, щоб уникнути розвитку резистентності у шкідників.
Біологічні методи	Включають використання природних ворогів шкідників, таких як паразити і хижаки. Цей метод може бути дуже ефективним, але потребує правильного підбору і запуску біологічних агентів.
Механічні та фізичні методи	Використання ловчих пасток, обробка рослин спеціальними розчинами або обробка ґрунту можуть допомогти знизити чисельність шкідників.

Джерело: сформовано автором на основі [3].

Шкідники бобових культур можуть мати серйозні наслідки для врожайності і якості продукції. Тому важливо постійно моніторити стан рослин і використовувати комплексний підхід до боротьби з шкідниками, включаючи агроекологічні, хімічні, біологічні та механічні методи. Застосування цих методів у сукупності допоможе зберегти здоров'я бобових культур і забезпечити високий врожай.

Бобові культури відіграють важливу роль у сільському господарстві, забезпечуючи людей не тільки корисними білками, але і важливими поживними речовинами. Однак шкідники можуть значно пошкодити урожайність цих культур, порушуючи їх зростання та розвиток [4].

Важливо також зазначити, що екологічно чисті методи контролю шкідників, такі як біологічний контроль та використання впливу ентомопатогенних грибів, можуть бути ефективні для зменшення поширення шкідників у вирощуванні бобових.

Загалом, правильний підхід до управління шкідниками бобових культур включає регулярні обстеження рослин, вживання проактивних заходів для запобігання інфекцій та правильний вибір методів контролю. З повагою до цих принципів, сільськогосподарські виробники можуть зберегти врожайність своїх бобових культур та підвищити їх якість.

Висновки. Шкідники бобових культур становлять серйозну загрозу для сільського господарства. Ефективна боротьба зі шкідниками бобових культур вимагає комплексного підходу, який включає в себе агротехнічні, біологічні, хімічні, механічні та фізичні методи. Агротехнічні заходи, такі як ротація культур, глибока оранка і змішане вирощування, допомагають запобігти масовому поширенню шкідників. Біологічні методи, зокрема використання

природних ворогів і біологічних препаратів, сприяють екологічно чистому захисту посівів. Хімічні методи, хоча й ефективні, потребують обережного використання через ризик розвитку резистентності у шкідників і можливий негативний вплив на довкілля. Механічні та фізичні методи, такі як ловчі пастки і термічна обробка, також можуть бути корисними на різних стадіях розвитку шкідників.

Список використаної літератури

1. Гнатюк, В. І., Шпак, Ю. В. Сучасні методи боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур. Львів: Видавництво Львівської аграрної академії, 2019. 180 с.

2. Rudska N. Species composition of soy agrocenose and control of their number in the Right Bank Forest Steppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 128–142.

3. Мринський І.М., Урсал В.В., Коковіхін С.В., Лавренко С.О. Морфологія, біологія шкідників бобових культур та заходи боротьби з ними в адаптованих технологіях вирощування: наукова монографія. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 90 с.

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

5. Шкідники зернових бобових культур. URL:<https://agrarii-razom.com.ua/type-pest-for-subject-action/shkidniki-zernovih-bobovih-kultur> (дата звернення: 29.08.2024).

6. Пінчук Н. В., Вергелес П. М., Коваленко Т. М., Рудська Н.О. Контроль чисельності основних шкідників у посівах гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4 (15). С. 137–150.

Валентина КРИЖАНІВСЬКА²¹,

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

РОЛЬ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ПОЛІПШЕННІ СОРТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Анотація. В статті проаналізовано значення біотехнологій у вдосконаленні сортів сільськогосподарських культур. Розглянута роль сучасних біотехнологій, зокрема, генетичної інженерії, молекулярної селекції та трансгенних технологій у створенні нових сортів рослин з покращеними врожайністю; стійкістю до хвороб, шкідників та стресових умов.

²¹Науковий керівник: Аралова Т.С., кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

Проаналізовані етичні аспекти та ризики, пов'язані з використанням біотехнологій у сільському господарстві. Використання біотехнологічнополішених сортів допомагає сільськогосподарським виробникам вирощувати більш стійкі та продуктивні культури, сприяючи підвищенню врожайності та забезпеченню продовольчої безпеки.

Ключові слова: *генетична модифікація, врожайність, стійкість, хвороби, шкідники, адаптація, кліматичні умови, екологічна ефективність, якість, селекція.*

Annotation. *The article analyzes the importance of biotechnology in improving varieties of agricultural crops. The role of modern biotechnologies, in particular, genetic engineering, molecular selection, and transgenic technologies in the creation of new varieties of plants with improved productivity, resistance to diseases, pests, and stressful conditions is considered. Ethical aspects and risks associated with the use of biotechnology in agriculture are analyzed. The use of biotechnologically improved varieties helps agricultural producers grow more sustainable and productive crops, helping to increase yields and ensure food security.*

Keywords: *Genetic modification, yield, resistance, diseases, pests, adaptation, climatic conditions, ecological efficiency, quality, selection.*

Вступ. У сучасному світі сільське господарство зіштовхується з рядом викликів, серед яких особливою є потреба в постійному удосконаленні сортів сільськогосподарських культур.

Забезпечення стабільної врожайності та високої якості продукції стає неможливим без використання передових технологій. В цьому контексті біотехнологія займає значне місце і є ключовим інструментом у поліпшенні сортів рослин.

З моменту своєї появи біотехнологічна наука пройшла значний шлях розвитку і вплинула на всі аспекти сільськогосподарського виробництва. У статті

ми розглянемо роль сучасних біотехнологій, їхній вплив на розвиток нових сортів рослин та важливість їх використання для забезпечення продовольчої безпеки та стійкості сільськогосподарського виробництва [1].

Виклад основного матеріалу. Огляд історії розвитку біотехнологій у сільському господарстві розпочинається з експериментів із селекції рослин та тварин, які відбувалися тисячоліттями.

Методи біотехнології для захисту рослин від шкідливих організмів включають в себе різноманітні стратегії [2].

З початку 1996 року, коли США вперше ввели у виробництво трансгенні сорти кукурудзи, сої, бавовнику, ріпаку та інших рослин на площі 1,7 млн га, їх використання поширилося на 148 млн га в 29 країнах. За оцінками американських експертів, в цей час споживачі США скористалися понад 3 трлн порцій продуктів з трансгенними рослинами, і при цьому не було зафіксовано жодного випадку токсичних чи алергічних реакцій. Середня тривалість життя,

яке є об'єктивним показником якості життя, включаючи харчові продукти, зросло в США, де використовуються трансгенні продукти.

У сфері довкілля, завдяки стійкості до гербіцидів трансгенних сортів сої, кукурудзи, бавовнику та ріпаку, були розроблені нові покоління засобів захисту рослин. Їх переваги включають високу ефективність при низьких концентраціях застосування, швидке руйнування ґрунтовими мікроорганізмами та безпеку для водних систем. Ці нові гербіциди дозволили впровадити безвідвальну технологію, що призвело до зниження ґрунтової ерозії, витрат паливно-мастильних матеріалів та викидів вуглекислого газу.

Звичайна соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі, вирощуваною для використання в харчовій, кормовій та промисловій галузях. Ця рослина є джерелом важливих білків, олії, вуглеводів, а також мінеральних речовин. Генетично модифікована соя виникла завдяки впровадженню технологій генної інженерії для вдосконалення її властивостей. Один з найвідоміших типів генетично модифікованої сої – це соя, що стійка до діючої речовини – гліфосат. Ця модифікація дозволяє збільшити врожайність шляхом зниження впливу бур'янів, які конкурують з рослиною. Крім того, інші генетичні модифікації можуть включати покращення якості олії, збільшення вмісту поживних речовин, поліпшення стійкості до шкідників та хвороб, а також адаптацію до різних кліматичних умов. Трансгенна соя (рис. 1–2), стійка до гербіциду Раундап, була вперше випущена на ринок у 1996 році під торговою маркою «Раундап Реді» (Roundup Ready, або RR). Рослини, позначені як Ready, містять повну копію гену енолпірувілшікіматфосфат-синтетази (EPSP synthase) з ґрунтової бактерії *Agrobacterium* sp. strain CP4, який був перенесений в геном сої за допомогою генної гармати (Gene Gun).



Рис. 1–2 Соя звичайна Glycine max (L.) Merr.

Генетично модифікована соя використовується в різних галузях, включаючи харчову, кормову та промислову. Вона використовується для виробництва олії, соєвого борошна, соєвого молока, соусів, а також як корм для тварин. Крім того, соя може бути використана у виробництві біопалива та інших біопродуктів. За хімічним складом і поживними властивостями

трансгенна соя не відрізняється від звичайної. Продукти, що містять ГМ-соя, стають все більш поширеними на ринку.

Також широко розповсюджені трансгенні сорти, стійкі до комах шкідників. Вирощування таких сортів бавовнику в Китаї дозволило селянам які, як правило, мають малі ділянки, значно зменшити використання інсектицидів, що раніше застосовувалися вручну. Зменшення кількості отруєних та загиблих аграріїв стало очевидним: на трансгенні культури потрібно було лише 2–3 обробки, і кількість загиблих зменшилась на 70%, а отруєних – на десятки тисяч менше. Також були створені трансгенні рослини з кращим використанням мінеральних сполук, що запобігло меншому змиванню останніх у ґрунтові води та потраплянню у джерела водопостачання. Поступово біотехнології в сільському господарстві стали стандартом, що використовується для підвищення ефективності виробництва та забезпечення продовольчої безпеки [3].

Рис золотий (*Oryzasativa* L.) (рис. 3) є значним кроком у боротьбі з дефіцитом вітаміну А, який становить серйозну загрозу здоров'ю і життю мільйонів людей щорічно. Цей генетично модифікований сорт рису, який називають «золотий», був створений для виробництва бета-каротину, прекурсора вітаміну А. Бета-каротин надає рису характерний золотистий колір і є важливим додатком до дієти, особливо для тих, хто має обмежений доступ до продуктів, багатих вітаміном А. Посіви рису золотого можуть значно поліпшити харчування та здоров'я тих груп населення, які страждають від дефіциту цього вітаміну, особливо в регіонах з високим рівнем бідності та харчової недостатності. Технологія створення рису золотого відкриває перспективи для подальших досліджень у галузі генетичної модифікації рослин з метою поліпшення харчування та забезпечення необхідних поживних речовин у різних куточках світу. Застосування рису золотого може виявитися ключовим інструментом у боротьбі з дефіцитом вітаміну А та його наслідками, сприяючи покращенню здоров'я та зменшенню смертності вразливих груп населення.



Рис. 3 Рис золотий Oryzasativa L.

Однодольні рослини виявилися більш вразливими до генетичної модифікації порівняно з дводольними. Перші успіхи в покращенні якостей рису були зафіксовані лише наприкінці 1990-х років в експериментах німецького

вченого Інго Потрикуса у Федеральній вищій технічній школі Цюриха. Елементи нового гену були запозичені з рослини нарцису та бактерій роду Ервінія. У 2003 році концентрація бета-каротину у лабораторних рослин досягла 1,6 $\mu\text{г/г}$. Перший врожай золотого рису був отриманий у 2004 році у місті Кроулі, штат Луїзіана, США. Ця країна була однією з небагатьох, що не забороняла генетично модифіковані харчові продукти.

У 2016 році 110 лауреатів Нобелівської премії підписали петицію, закликаючи Greenpeace припинити переслідування ГМО. Вони описали заборону розповсюдження золотого рису у бідних країнах як «злочин проти людства».

В Україні також вже накопичено значний досвід у виведенні трансгенних організмів. Наприклад, в Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН України було створено горох, стійкий до гербіцидів фосфінотрицину та персюїту, цукровий буряк О-типу, також стійкий до фосфінотрицину, та інші трансгенні культури. В інших дослідницьких установах також виведено трансгенні сорти сої, цукрового буряка, картоплі, гречки та інших культур, стійкі до гербіциду гліфосату.

Досвід вирощування трансгенних сортів картоплі в Україні, який почався ще у 1998 році, демонструє вражаючі результати. У той період було вирощено майже 1300 тонн бульб трансгенної картоплі. Зокрема, сорти РассетБурбанк(див.рис.4-5), Атлантік і Суперіор виявилися особливо стабільними і продуктивними, забезпечуючи високі врожаї бульб. Результати сортовипробувань на різних сортостанціях в різних областях України свідчать про вражаючі показники врожайності. Наприклад, за роки вивчення, врожайність цих сортів становила від 354 до 460 центнерів з гектара в залежності від регіону. При цьому, сорти демонстрували врожайність, яка була на рівні або навіть перевищувала врожайність районованих сортів у відповідних областях.



Рис. 4–5 Фото характерних бульб сорту Russet-Burbank.

Щодо стійкості до хвороб, зокрема фітофторозу, РассетБурбанк, Атлантік і Суперіор виявили себе дуже добре, і хоча пошкодженість була присутня, вона не відрізнялась від тих, що спостерігалася у інших вітчизняних сортів. Вміст

крохмалю у трансгенних сортів також був на рівні районованих сортів і становив від 12,7 до 16,9%. Щодо смакових якостей, хоча ці сорти можуть поступатися традиційним сортам, вони все ж підходять для харчування і мають достатньо задовільні смакові характеристики.

В Україні дослідження трансгенних сортів картоплі здійснювалися кількома медичними науковими установами, включаючи Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Український науково-дослідний інститут екогієни і токсикології Міністерства охорони здоров'я, та Інститут медицини і праці Академії медичних наук, а також деякі науково-дослідні інститути Академії аграрних наук. Результати цих досліджень однозначно свідчать про безпечний вплив трансгенних сортів картоплі на здоров'я як дорослого населення, так і дітей, і вони збігаються з висновками компетентних організацій у різних країнах світу, таких як США, Канада, Японія, Мексика та Європейське співтовариство.

Біотехнологічні підходи до збільшення стійкості сортів сільськогосподарських культур до стресових умов включають дослідження генетичних механізмів, що лежать в основі стресової відповіді рослин. Ці дослідження дозволяють встановити ключові гени та молекулярні шляхи, що відповідають за адаптацію рослин до стресу, та розробляти нові сорти з підвищеною стійкістю. Крім того, біотехнології дозволяють використовувати техніки генетичного інженерінгу для впровадження корисних генетичних абіотичних стресорів[4].

Методи молекулярної селекції в сільському господарстві широко використовуються для поліпшення сортів різних культур. Молекулярна селекція стала невід'ємною частиною поліпшення сільськогосподарських культур, дозволяючи створювати сорти з покращеними характеристиками. Ці підходи допомагають підвищувати врожайність, стійкість до стресових умов та якість продукції, що сприяє забезпеченню продовольчої безпеки та сталому розвитку сільського господарства. Генетична інженерія – це галузь прикладної молекулярної і клітинної генетики, що досліджує методи втручання в генетичну структуру геному з метою перебудови його відповідно до визначених завдань. Серед методів генетичної інженерії варто відзначити синтез генів поза організмом, виділення цілих ядер клітин, перебудову структур, копіювання та розмноження генів, а також експериментальне поєднання різних геномів в одній клітині. Ці методи широко використовуються у медицині для виробництва вакцин, ферментів, гормонів та інших медичних препаратів. Використання генетичної інженерії також призвело до створення трансгенних рослин з новими властивостями, корисними для сільського господарства. Використання молекулярних маркерів для відбору позитивних ознак є ефективним інструментом у сучасній сільськогосподарській селекції. Цей підхід дозволяє швидко та точно визначати наявність певних генетичних характеристик у рослин, необхідних для покращення врожайності, якості та стійкості до стресових умов. Молекулярні маркери – це фрагменти ДНК, які можуть бути однаковими або відрізнятися в геномах різних рослин. Вони

можуть бути пов'язані з певними генетичними ознаками, такими як стійкість до хвороб, висока врожайність чи адаптація до певних кліматичних умов. Використання молекулярних маркерів дозволяє проводити селекцію безпосередньо на рівні генома, що значно оприскорює процес вибору бажаних генетичних ознак у порівнянні з традиційними методами. Крім того, цей підхід дозволяє зменшити витрати на проведення елекційних експериментів та зробити їх більш точними та ефективними[5].

Перспективи впровадження біотехнологій у сільське господарство включають підвищення врожайності та стійкості рослин, забезпечення продовольчої безпеки, зменшення використання хімічних пестицидів та гербіцидів, а також соціально-економічні переваги для сільських громад[6]. Однак існують виклики, такі як ризик виникнення резистентних шкідників та хвороб, екологічні наслідки, етичні аспекти та монополізація ринку насіння. З урахуванням цих факторів важливо розробляти ефективні регулюючі політики, щоб забезпечити сталий розвиток сільського господарства.

Україна відіграє важливу роль у розвитку біотехнологій, особливо в контексті сільського господарства. Біотехнології в Україні використовуються для поліпшення сортів рослин, що дозволяє підвищувати врожайність та стійкість до шкідників і хвороб. Крім того, вони сприяють розвитку науково-дослідницьких інститутів та підприємств, що займаються сільським господарством. Впровадження біотехнологій також сприяє забезпеченню продовольчої безпеки, стимулює інновації та розвиток економіки країни [7].

Висновок. Біотехнології відіграють ключову роль у поліпшенні сортів сільськогосподарських культур. Їх використання в селекційній практиці дозволяє досягти покращеної врожайності; стійкості до хвороб, шкідників та стресових умов, а також підвищити якість та безпеку продукції. Однак разом з цими перевагами існують і виклики, такі як екологічні наслідки та етичні аспекти, які потребують уважного розгляду та розв'язання. Загальна тенденція свідчить про те, що правильний підхід та регулювання застосування біотехнологій можуть сприяти сталому розвитку сільського господарства, забезпечуючи продуктивність та ефективність виробництва при збереженні навколишнього середовища та дотриманні етичних стандартів.

Список використаної літератури

1. Мусієнко М.М. Біотехнологія рослин. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2005. 114 с.
2. Новіков В.О. Сучасні напрямки в хімії, біології, фармації та біотехнології. 2015. 255 с.
3. Генетично модифіковані рослини: проблеми і перспективи використання. Наука та інновації. 2011. Т. 7. № 6. С. 5–13.
4. Мельничук М. Д. та ін. Біотехнологія рослин. К.: Поліграфконсалтинг. 2003. 512 с.
5. Швед О. В. та ін. Екологічна біотехнологія. 2018. 424 с.

6. Рудишин С. В. Генетично модифіковані рослини: ризик чи небезпека. 2009. № 4. С. 40–43.

7. Фтемова Л. В. Витоки розвитку біотехнології рослин в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України: науковий вісник. Збірник наукових праць. К.: ВІР УАН. 2013. Випуск 79 (№ 12). С. 75–79.

8. Юлевич О. І. Біотехнологія: курс лекцій. Миколаїв: МДАУ. 2007. 156 с.

Валентин КОСТУР²²,
студент 3-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

***Анотація.** У статті розглядається підхід до науково-обґрунтованого мінерального живлення ріпаку озимого. За обсягами світового виробництва і експорту ріпак займає другу позицію серед олійних культур. Мінеральні добрива є основою підвищення врожайності насіння ріпаку озимого, особливо за поєднання комплексного фонового живлення із використанням макро-, мезо- і мікроелементів, зокрема азоту, калію, фосфору й сірки, а також позакоренових підживлень мікроелементами. Для ефективності мінеральних добрив потрібно забезпечити оптимальне співвідношення елементів живлення і внесення в найбільш важливі стадії росту і розвитку рослин ріпаку для формування якісного врожаю культури.*

***Ключові слова:** ріпак озимий, мінеральні добрива, склад, критичні періоди, урожайність.*

***Annotation.** In the article, the scientifically reasonable mineral feed for winter rapeseed is examined. After world production and export volumes, rapeseed occupies the second position among oil-bearing cultures. Mineral fertilizers are the basis for increasing the productivity of winter rapeseed seeds, especially when combining complex baseline feed with the use of macro-, meso-, and microelements, in particular, nitrogen, potassium, phosphorus, and sulfur, as well as foliar applications of microelements. For the efficiency of mineral fertilizers, it is necessary to provide an optimal correlation of elements of feed and to apply them during the most essential stages of growth and development of winter rapeseed to form a quality harvest.*

***Keywords:** winter rapeseed, mineral fertilizers, composition, critical periods, productivity.*

²²Науковий керівник: Шкатула Ю.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ.

Вступ. Озимий ріпак відноситься до олійних культур, який найбільш розповсюджений і вирощується в умовах помірного клімату. За обсягами світового виробництва і експорту ріпак займає другу позицію серед олійних. Частка України у виробництві ріпаку становить більш як 3%, за експортом продукції – понад 12% [1, 2].

Ріпак є надзвичайно цінною кормовою культурою, оскільки при його переробці з 100 кг насіння отримують 55-57 кг макухи, яка містить 38-40% добре збалансованого білка. З 1 га посівів ріпаку можна отримати до 10 ц олії, 5-6 ц білкового корму і 1 ц меду.

На протязі багатьох років він відноситься до стратегічних культур і є джерелом високоякісної олії. Олія з ріпаку володіє високими харчовими якостями і широко використовується у різних галузях народногосподарського комплексу, зокрема як біопаливо. Тому розробка новітніх досліджень щодо удосконалення технологічних заходів, зокрема біологізації елементів технології вирощування озимого ріпаку не втрачає своєї актуальності [3].

Мінеральні добрива є основним фактором підвищення врожайності насіння ріпаку озимого, особливо за поєднання комплексного фонового живлення із використанням різних форм азоту, калію, фосфору й сірки, а також позакореневих підживлень мікроелементами і біологічними препаратами.

Серед першочергових завдань інтенсивних технологій вирощування ріпаку озимого є застосування мінеральних добрив в тому числі мікродобрив, як невід'ємної технологічної ланки у вирощуванні олійних культур в адаптованих системах землеробства. Основною перевагою мікродобрив перед іншими засобами підвищення продуктивності є їхня досить низька вартість, мала норма використання і екологічна безпечність.

Виклад основного матеріалу. Мінеральні добрива є основою для інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур та прибуткового господарювання, представляючи найбільш значущу частину витратній структурі технології. Тому науково обгрунтоване використання мінеральних добрив є базовим елементом технології, який утримує всі інші взаємозв'язані аспекти.

Мінеральні добрива є одними із найбільш ефективних засобів підвищення урожайності насіння ріпаку озимого. Проте для реалізації максимального потенціалу продуктивності необхідна раціональна система удобрення, яка б належним чином задовольняла вимоги ріпаку озимого до умов вирощування.

Для підвищення врожайності насіння ріпаку озимого в інтенсивних технологіях вирощування серед головних чинників є застосування комплексних мінеральних добрив (тукосуміші). Комплексні добрива в повній мірі забезпечують потребу рослин ріпаку в макро-елементах живлення. Однією з основаних мінеральних добрив є те, що їх можна рівномірно вносити в ґрунт.

Азот, фосфор, калій, сірка та інші елементи живлення мають надходити в ґрунт із мінеральними добривами в певних співвідношеннях. Тільки в такому випадку можна отримати максимальну ефективність. Застосування комплексних мінеральних добрив під ріпак озимий виправдане і економічно

вигідний захід. Основна фаза споживання поживних речовин починається з початком вегетації, цвітіння та бутонізації ріпаку озимого. Азотні добрива найбільш потрібні культурі під час вегетації. Фосфор та калій необхідний восени під час формування кореневої системи.

Слід відмітити, що мінеральне живлення озимого ріпаку має власні особливості. Зокрема те, що ріпак – сіркофільна культура і високі показники врожайності насіння безпосередньо залежить від забезпеченості агроценозів цим елементом живлення, так само як і деякими іншими мікроелементами.

Аналізуючи різні джерела, можна узагальнити наступні показники потреби макро, мезо- та мікроелементів на формування 1 т основної й побічної продукції озимого ріпаку (табл.1)

Таблиця 1

Потреба ріпаку озимого в елементах живлення

Елемент	Макроелементи			Мезоелементи			Мікроелементи					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Потреба, кг	55	25	50	25	12	20	0,36	0,1	0,15	0,02	0,06	0,0001

Головне завдання при розробці системи мінерального живлення ріпаку озимого – забезпечити оптимальне співвідношення елементів для формування якісного врожаю культури. В залежності від фаз розвитку ріпаку озимого на протязі вегетаційного періоду, динаміка споживання основних елементів живлення корелюється в різних співвідношеннях.

З весняного відновлення вегетації ріпак озимий стає надзвичайно вибагливим до азотного живлення. Процес засвоєння азоту рослинами ріпаку озимого є активним і потребує постійної його наявності аж до фази бутонізації та цвітіння.

Азот є елементом, який легко вимивається. Запорукою успіху є внесення науково-обґрунтованої кількості мінерального добрива в критичні періоди, щоб дозволити ріпаку максимально засвоїти азот, який вноситься. Для ефективної пролонгованої дії рекомендується поділити на певні норми внесення азотних добрив, які здійснюються після зими і вносити не більше 100 кг/га за один раз. При цьому максимально збільшується ефективність інвестицій в удобрення та скорочується негативний вплив на навколишнє середовище, обмежуючи втрати шляхом випаровування NH_3 та забруднення ґрунтових вод нітратами NO_3 через вимивання [4].

Для ефективної дії азотних мінеральних добрив насамперед потрібно звертати увагу на форми елемента живлення і оптимальний розподіл азоту на протязі критичного його засвоєння. Серед азотних добрив які забезпечать рівномірне засвоєння азоту рослиною ріпаку озимого є КАС (карбамітно-аміачна суміш) і аміачна селітра.

Найкращим варіантом для досягнення оптимальних показників росту й розвитку цієї культури та отримання високих урожаїв у майбутньому є використання інгібітора нітрифікації в поєднанні з КАС, оскільки саме інгібітор

нітрифікації здатний забезпечити рівномірне засвоєння азоту рослиною протягом критичного періоду й значно зменшити втрати азоту з ґрунту, зберігаючи його лише для потреб культури.

Науковці Курач О. В., Лукашук Л. Я., Злотенко О. Ю., Гень С. П., в результаті проведених досліджень встановили, що внесення мінерального добрива сульфат амонію $N_{35}S_{40}$ і аміачної селітри– N_{50-85} кг/га за різних систем удобрення сприяє приросту врожаю відповідно контрольному варіанті (без добрив) від 5,1 до 15,3 %. Максимальний урожай насіння ріпаку в кількості – 4,45 т/га забезпечила система мінерального удобрення $N_{35}P_{90}K_{120} + N_{85}S_{40} + N_{30}$ сумісно із мікроелементами Гулівер стимул + Авангард Р фосфор + калій (1,0 + 0,6 л/га), приріст від ранньовесняного підживлення сульфатом амонію, аміачною селітрою склав 15,3 % і 16,5 % – від дворазового позакореневого підживлення [5].

Використання в технології вирощування ріпаку озимого тільки макродобрив або високих норм азоту не дає змоги досягти бажаних результатів, і особливо в напрямку одержання якісної продукції. Для ріпаку озимого важливим етапом є осінній період, оскільки саме в цей період закладається врожай, проростає насіння та утворюється листя, а також формується більша частина кореневої системи. Тому наявність необхідних мікроелементів у ґрунті особливо важлива, оскільки сприяє хорошему старту і розвитку, накопиченню білків та цукрів задля гарної перезимівлі. Мікродобрива для ріпаку вносяться у кілька етапів: під час основної обробки та посівної. Найбільш затребуваним у цей час є молібден, який сприяє засвоєнню азоту та утворенню білка, а також знижує чутливість до морозів; по мерзлоталому ґрунту; позакоренево підживлення листя.

Найважливіші стадії проходять під час формування листової розетки, формування стебла, зав'язування та розвиток бруньок, а також під час закінчення цвітіння. Підбираючи необхідні мікродобрива для рослин слід враховувати результати проведеного аналізу ґрунту, умов клімату та особливостей попередньої культури.

Велике значення у даній проблематиці відіграє позакоренево підживлення мікродобривами, особливо тих до яких входять фітогармони, аміно- і карбонові кислоти тощо. Мікроелементи сприяють синтезу в рослинах повного спектру ферментів, які дають змогу інтенсивніше використовувати енергію, воду, прискорювати фізіологічні процеси обміну в рослинах ріпаку, збільшувати інтенсивність процесів фотосинтезу. До таких мікродобрив нового покоління, відносять хелатні форми [6].

Озимий ріпак – борофільна культура. Загальна потреба на формування 1 т основної і побічної продукції порівняно невелика, 60 г д.р. бору / т (тобто, на, до прикладу, 3,5 т/га врожаю зі співвідношенням основної і побічної продукції 1:2,7 культура потребує близько 780 г бору за вегетацію), але нестача цього елемента, особливо в критичні фази росту, може значно знизити врожай і якість.

Висновок. Важливим елементом інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого є науково обґрунтована система удобрення, яка дає змогу забезпечити високі показники продуктивності культури з високими якісними показниками насіння.

Список використаних джерел

1. Кернасюк Ю.В. Глобальний ринок олійних культур. Агробізнес сьогодні. 2021. № 9. С.12–16.
2. Чехова І. Світові тенденції розвитку олійних культур. Економічний дискурс. 2020. Вип. 3. С. 54–62.
3. Мацера О. О. Дослідження формування показників економічної ефективності вирощування ріпаку озимого залежно від елементів технології. Збірник наукових праць ВНАУ: *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 14. С. 106-117.
4. Озимий ріпак: внесення азотних добрив :веб-сайт: URL: <https://www.masseeds.ua/nashi-publikatsiyi/ozymy-riyak-vnesennya-azotnykh-dobryv>(дата звернення 6 вересня 2024 р.)
6. Курач О. В., Лукашук Л. Я., Злотенко О. Ю., Гень С. П. Оптимізація удобрення та позакореневого підживлення ріпаку озимого (*brassicaparus l.*) в умовах Західного Полісся. *Зернові культури*. Том 7. № 1. 2023. С. 98–105.
7. Сидякіна О. В., Павленко С. Г. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С.152–158.
8. Озимий ріпак і бор: потреба, вибір добрив та способів внесення: веб-сайт: URL: <https://superagronom.com/blog/898-ozimiy-riyak-i-bor-potreba-vibir-dobriv-ta-sposobiv-vnesennya>(дата звернення: 12.08.2024).

Анна МУСІЙЧУК²³,
студентка 4-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ХІМІЧНИЙ ЗАХИСТ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ВІД КОРЕНЕВИХ ГНИЛЕЙ

Анотація. Розробка ефективних систем захисту посівів пшениці озимої від комплексу фітопатогенів, що знижують урожайність культури та погіршують якість отриманого зерна, є надзвичайно важливим та актуальним завданням науковців фітопатологів. Нині найбільш шкочинними хворобами пшениці озимої в Україні є септоріози *Septoria tritici* Rob.et Desm., гельмінто споріози *Drechslera sorokiniana* Subram) та кореневі гнилі *Fusarium* Link. У статті наведено результати дослідження, проведеного у 2023–2024 рр. в

²³Науковий керівник: Вергелес П.М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

умовах поля фермерського господарства «Зоря Василівки» Вінницького району Вінницької області. Досліджували вплив біологічного та хімічного методів захисту посівів від розвитку кореневих гнилей, продуктивність рослин та урожайність пшениці озимої. Сівбу проводили в третій декаді вересня. Загальна площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Повторність у досліді – чотириразова. Використовували польовий, лабораторний, математично-статистичний методи згідно із загальноновизнаними в Україні методиками та методичними рекомендаціями.

Ключові слова. Пшениця озима, хімічний захист, кореневі гнилі, урожайність.

Annotation. The development of effective systems for the protection of winter wheat crops from a complex of phytopathogens, which reduce the yield of the crop and worsen the quality of the obtained grain, is an extremely important and urgent task of scientists of phytopathologists. Currently, the most damaging diseases of winter wheat in Ukraine are septoriosiс *Septoriatritici* Rob.et Desm., helminth sporiasis *Drechslera sorociniana* Subram) and root rot *Fusarium* Link. The article presents the results of a study conducted in 2023–2024 in the field conditions of the "Zorya Vasylivka" farm in the Vinnytsia district of the Vinnytsia region. The influence of biological and chemical methods of protecting crops on the development of root rot, plant productivity and yield of winter wheat was studied. Sowing was carried out in the third decade of September. The total area of the sowing area is 50 m², the accounting area is 25 m². Repetition in the experiment is four times. Field, laboratory, mathematical and statistical methods were used in accordance with generally recognized methods and methodical recommendations in Ukraine.

Key words. Winter wheat, chemical protection, roots rots, yield.

Вступ. Важко переоцінити значення озимої пшениці (Рис. 1). В Україні серед інших зернових вона займає значну частку посівних площ, щорічно дає понад 25 млн тон цінного продовольчого зерна, забезпечує національну продовольчу безпеку та підтримує високий експортний потенціал країни [1, 2].



Рис. 1. Пшениця озима

Водночас, за даними деяких дослідників, в останні роки в Україні значно зросла захворюваність озимої пшениці хворобами, життєвий цикл яких тісно

пов'язаний з ґрунтовим середовищем [3, 4]. Серед цих патогенів рослин збудники корневих гнилей є найменш помітними, але надзвичайно шкідливими для пшениці [5]. Найпоширенішими з них є звичайна або гельмінтоспоріозна коренева гниль та фузаріозна коренева гниль [6]. В останні десятиліття в Україні та за її межами спостерігаються значні зміни в структурі комплексу патогенності посівів пшениці озимої. Бура листкова іржа, борошниста роса та сажка раніше були основними хворобами озимої пшениці, але зараз найбільшої шкоди завдають септоріоз, гельмінтоспоріоз та кореневі гнилі [7, 8, 9].

Кореневі гнилі озимої пшениці (Рис. 2) – загальна назва хвороб кореневої системи, основи стебла, підземних міжвузлів і вузлів кущіння, що спричиняються одним збудником або комплексом напівпаразитичних грибів. Видовий склад збудника і переважаючий тип ураження рослин змінюється залежно від кліматичної зони вирощування пшениці озимої.



Рис. 2. Кореневі гнилі пшениці озимої.

Фузаріозна коренева гниль дуже шкодить на стадії проростків, сповільнюючи ріст і розвиток. Під час вегетації хвороба спричиняє зрідження посівів і загибель продуктивних стебел. Деякі хворі стебла формують недорозвинені колоски з дрібним насінням, а іноді спостерігаються порожнисті колоскові суцвіття. Небезпека корневих гнилей полягає в порушенні фізіологічних і біохімічних процесів у хворих рослинах, затримці росту та послабленні мінерального живлення, що призводить до зниження врожайності та погіршення якості зерна.

Все це призводить до втрат врожаю, тобто зниження густоти стояння рослин, зменшення маси зерна та погіршення його якості. Тому важливим попереднім заходом для підвищення продуктивності озимої пшениці та зменшення ураження корневими гнилями є оптимізація системи живлення рослин шляхом комплексного застосування оптимальних кількостей мінеральних та органічних мінеральних добрив на фоні хімічних засобів захисту рослин від хвороб. За таких умов рослини пшениці озимої краще використовують поживні речовини з ґрунту та добрив, краще розвивається коренева система рослин та підвищується інтенсивність обмінних процесів [10, 11].

Виклад основного матеріалу. Метою нашого дослідження було визначити вплив різних методів захисту пшениці озимої в поєднанні з мінеральною та органо-мінеральною системами живлення на поширення та розвиток корневих гнилей і продуктивність рослин.

Полеві та лабораторні дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. в умовах поля фермерського господарства «Зоря Василівки» Вінницького району Вінницької області. Об'єкт дослідження – процеси формування продуктивності посівів пшениці озимої. Технологія вирощування культури, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятною. Сівбу проводили в третій декаді вересня. Схема досліду включала нижче наведені фактори і варіанти.

Фактор А – сорт: 1) Берегиня Миронівська; 2) Кубус; 3) Смуглянка.

Фактор В – методи захисту: 1) контроль (без обробок); 2) біологічний – Триходерма бленд bio-greenmicrozometr, к.с (50 мл/т) + Гуапсин, р (5,0 л/га); 3) хімічний – Оріус Універсал ES, е.н. (2 л/т) + Колосаль, к.е. (1,0 л/га).

Проти збудників корневих гнилей та для стимуляції росту кореневої системи за біологічного методу захисту проводили передпосівну обробку насіння біопрепаратом Триходерма бленд bio-greenmicrozometr, к.с. (50 мл/т), а у фазу прапорцевого листка – обприскування біопрепаратом інсекто-фунгіцидної дії Гуапсин (5 л/га). За хімічного методу захисту посівів пшениці озимої від комплексу грибних хвороб використовували протруйник насіння Оріус Універсал ES, е.н. (2 л/т) та у фазу прапорцевого листка проводили обприскування фунгіцидом Колосаль, к.е. (1,0 л/га). Норма робочого розчину – 200 л/га.

Для оцінки рослин на ураження корневими гнилями проби відбирали у чотириразовій повторності з 1 м погонного рядка на кожній ділянці. Корені ретельно відмивали від ґрунту. Потім усі рослини із пробного снопа розділяли на групи залежно від інтенсивності ураження – здорові, слабо, середньо і сильно уражені.

Результати показали, що обробка насіння хімічним протруйником Оріус Універсал ES, к.е., 2 л/т протруйника та 50 мл/т Trichoderma Blend Bio Green Microzometr, к.с. сприяла підвищенню польової схожості насіння озимої пшениці у всіх досліджуваних сортах порівняно з необробленими сортами, 62,5–65,0 % у сорту Кубус, 63,5–65,0 % у сорту Берегиня Миронівська та 65,8–67,5 % у сорту Смуглянка, відповідно. Найвищі показники польової схожості були досягнуті при застосуванні хімічних протруйників – від 72,8 до 79,0% залежно від сорту. Приріст польової схожості насіння становив на 8,8% більше рослин на м² за використання біопрепарату Триходерма Бленд Біо Грін Мікроцимтр, к.с. (50 мл/т) та насіння з протруйником насіння Оріус Універсал ES, к.е. (2,0 л/т) оброблене

протруйником насіння Оріус Універсал ЕС, к.с. (2,0 л/т), зросла на 15,4%. Так, кількість рослин пшениці озимої у варіантах без протруювання насіння становила 250–270 рослин/м², у варіантах з біологічною обробкою насіння – 261–298 рослин/м², у варіантах з хімічною обробкою насіння – у сорту Кубус –291–299 рослин/м², у сорту Берегиня Миронівська – 296-300 рослин/м² та сорту Смуглянка – 288–316 рослин/м² залежно від сорту (табл. 1).

Одним з основних показників зернової продуктивності є кількість та маса зерені маса колоса, що формується рослиною залежно від умов і потенціалу сорту. Саме маса 1000 зерен і кількість зерна з колоса формує продуктивність всієї культури. Аналіз результатів наших досліджень показує, що застосування біологічної та хімічної систем захисту рослин пшениці озимої від кореневих гнилей сприяло не тільки збільшенню кількості зерен у колосі досліджуваних сортів, але й збільшенню маси колоса, також зростала маса 1000 насінин. Таким чином, контрольні сорти (необроблені сумішшю трико дерм Віо Green Microzometr, к.с. (50 мл/т)) становила від 22,9 до 26,6 насінин. При обробці протруйником Оріус Універсал ЕС, к.с. (2,0 л/т) ці показники становили від 22,9 до 26,6 зерен. При застосуванні (2,0 л/т) кількість зерен у колосі становила від 23,7 до 27,6 шт.

Позитивний вплив на масу 1000 зерен пшениці озимої спостерігався при застосуванні препаратів (біологічного та хімічного). Цей показник був найвищим у сорту Смуглянка, де застосовували хімічні методи контролю, і становив у середньому 42,1 г. Найменша маса 1000 зерен спостерігалася у необробленого сорту Кубус, із середнім значенням по фактору 32,1 г.

Кількість зерен та маса 1000 насінин зростала під впливом кожного з факторів. Збільшення кількості зерен та маси 1000 зерен під впливом факторів сприяло збільшенню маси колоса.

Так, значення цього показника залежно від сорту у варіантах без обробки коливалися в межах 0,68–0,98 г, що не відповідало біологічному потенціалу сортів. Застосування біопрепарату Триходерма бленд bio-greenmicrozometr, кс (50 мл/т) сприяло збільшенню ваги колосу, в середньому по фактору, на 17,0 % при абсолютних значеннях 0,77–1,14 г залежно від сорту (табл. 2).

Максимальні значення ваги колосу відповідали варіанту із застосуванням протруйника Оріус Універсал ЕС, е.н. (2,0 л/т), що сприяло збільшенню досліджуваного показника в середньому по фактору на 31,0%, при цьому найбільшою вага колосу була у сорту Смуглянка – 1,09–1,20 г залежно від системи живлення рослин. Відомо, що основною метою застосування будь-яких захисних заходів у посівах сільськогосподарських культур є максимальна реалізація біологічного потенціалу сортів. За результатами нашого дослідження застосування різних методів захисту не тільки сприяло зниженню ураженості

рослин збудниками корневих гнилей, а й забезпечувало кращу реалізацію генетичного потенціалу сортів пшениці озимої.

Таблиця 1

Вплив методів захисту сортів пшениці озимої від корневих гнилей на польову схожість насіння та формування продуктивного стеблостою (середнє за 2023-2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Система удобрення	Методи захисту рослин (фактор С)								
		контроль (Б/о)			біологічний*			хімічний*		
		Польова схожість, %	К-сть рослин, шт./м ²	К-сть продуктивних стебел, шт./м ²	Польова схожість, %	К-сть рослин, шт./м ²	К-сть продуктивних стебел, шт./м ²	Польова схожість, %	К-сть рослин, шт./м ²	К-сть продуктивних стебел, шт./м ²
Берегиня Миронівська	Контроль (N ₃₀ P ₃₀ + N ₃₀)	2,1	50	90	3,2	62	12	4,4	98	27
	N ₃₀ P ₃₀ + Майстер Агро	1,7	53	53	4,8	74	62	2,7	93	77
	N ₃₀ P ₃₀ + ROST	4,1	62	62	9,4	80	64	3,5	98	82
Кубус	Контроль (N ₃₀ P ₃₀ + N ₃₀)	4,5	57	12	0,3	83	35	4,2	97	84
	N ₃₀ P ₃₀ + Майстер Агро	2,8	53	55	0,2	82	63	4,3	96	85
	N ₃₀ P ₃₀ + ROST	4,6	59	63	0,9	84	68	4,2	02	88
Смуглянка	Контроль (N ₃₀ P ₃₀ + N ₃₀)	5,3	64	15	1,2	86	41	4,1	85	74
	N ₃₀ P ₃₀ + Майстер Агро	7,2	65	46	3,1	83	87	2,2	12	01
	N ₃₀ P ₃₀ + ROST	7,8	68	52	3,8	95	86	6,8	14	09

Таблиця 2

Вплив методів захисту сортів пшениці озимої від корневих гнилей на показники структури урожаю (середнє за 2023-2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Система удобрення	Методи захисту рослин (фактор С)								
		контроль (Б/о)			біологічний*			хімічний*		
		К-сть зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Вага колосу, г	К-сть зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Вага колосу, г	К-сть зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Вага колосу, г
Берегиня Миронівська	Контроль (N ₃₀ P ₃₀ + N ₃₀)	2,1	0,4	,67	2,7	3,4	,75	3,6	7,3	,87
	N ₃₀ P ₃₀ + Майстер Агро	3,6	0,7	,72	4,2	7,8	,91	6,1	1,2	,06
	N ₃₀ P ₃₀ + ROST	5,2	4,7	,86	5,9	7,1	,96	6,8	1,7	,12

Продовження таблиці 2

Кубус	Контроль (N ₃₀ P ₃₀ + N ₃₀)	3,3	3,1	,75	4,1	9,6	,94	6,3	0,5	,07
	N ₃₀ P ₃₀ + Майстер Агро	4,2	6,2	,84	5,1	0,3	,03	6,4	1,4	,12
	N ₃₀ P ₃₀ + ROST	4,7	6,4	,89	5,7	1,1	,04	6,7	2,2	,13
Смуглянка	Контроль (N ₃₀ P ₃₀ + N ₃₀)	3,1	6,3	,81	5,2	0,2	,01	6,4	0,6	,07
	N ₃₀ P ₃₀ + Майстер Агро	4,4	8,1	,91	6,3	1,3	,08	7,3	2,1	,14
	N ₃₀ P ₃₀ + ROST	4,6	9,3	,96	6,4	2,7	,12	7,4	3,2	,18

Використання біопрепарату Триходерма бленд bio-greenmicrozometr, кс. (50 мл/т) та обприскування посівів біопрепаратом Гуапсин (5 л/га) у фазу прапорцевого листка сприяли зниженню ураженості рослин, в середньому по фактору, у 2,1 рази, а поширеність хвороби на стадіях 75–77 за шкалою BBSN коливалася в межах 6,5–8,0%. При застосуванні хімічних методів контролю розвитку кореневих гнилей цей показник знижувався на 6,5–8,0% порівняно з контролем. Цей показник був у 6,2 рази вищим, ніж у контролі. Найменшої шкоди рослинам пшениці озимої завдав препарат Оріус Універсал. Найменшу шкоду спричинили ЕС, к.е. (2 л/т) та фунгіцид Колосаль, к.е. (1,0 л/га) у фазі прапорцевого листка. Найвищу ефективність дії показав фунгіцид Колосар, к.е. (1,0 л/га) у фазі прапорцевого листка. Так, залежно від сорту, ефективність варіювала від 78,1 до 1,7 %. Діапазон становив 78,1–89,7%. Біопрепарати були дещо менш ефективними, в межах 50,0–54,8%. Найвища врожайність спостерігалася на сортах, до яких застосовували хімічні методи боротьби. Порівняно з контролем (без обробки) було отримано прибавку врожаю 1,15 т/га. Урожайність зерна сорту Кубус в середньому становила 2,3 т/га, а сортів Березиня Миронівська та Смуглянка – 3,1 т/га. Максимальну збережену врожайність 1,49 т/га було отримано у сорту Смуглянка, який обприскували протруйником Оріус Універсал ЕС (2 л/т) та фунгіцидом Колосаль (1,0 л/га), обприсканий у фазі прапорцевого листка, врожайність в середньому становила 4,59 т/га.

Висновки. Встановлено, що за вирощування стійких до збудників кореневих гнилей, адаптованих до посушливих умов сортів пшениці озимої, застосування двокомпонентного протруйника з триазольної та імідазольної хімічних груп Оріус Універсал ЕС, е.н. (2 л/т) та системного фунгіциду Колосаль, к.е. (1,0 л/га) із тривалою захисною дією одночасно з органомінеральними фоліарними добривами ROST (2,0 л/га) на початку відновлення весняної вегетації та у фазу прапорцевого листка покращує польову схожість насіння на 8,8–15,4%, забезпечує достатній рівень захисту посівів. Щоб мінімізувати пошкодження рослин грибами кореневих гнилей, слід застосовувати хімічні методи контролю посівів з використанням двокомпонентних протруйників на основі триазолу та імідазолу. Триазольні та імідазольні фунгіциди –Оріус Універсал ЕС (2 л/т) та триазольний системний

фунгіцид Коросал (1,0 л/га). Вони високоефективні проти фузаріозних грибів та звичайних корневих гнилей і забезпечують довготривалий захист від широкого спектру патогенів. Більш ефективним застосуванням фунгіцидів є внесення їх одночасно з органічними мінеральними добривами.

Список використаної літератури

1. Протопіш І.Г. Формування врожаю та якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби, попередників та сорту в умовах Лісостепу правобережного: Вінниця. 2016. С. 4–39.

2. Марковська О. Є. та ін. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. Агробіологія. 2020.С. 96–103.

3. Марковська О. Є. та ін. Ефективність елементів технології для контролю *Drechslera sorociniana Subram* пшениці озимої. Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених: Херсон. 2020. С. 148–150.

4. Грицюк Н.В. Вплив комплексних препаратів для передпосівної обробки насіння на ураженість корневими гнилями та продуктивність пшениці озимої. Захист і карантин рослин. 2013. 63 с.

5. Красиловець Ю.Г. та ін. Кореневі гнилі озимої пшениці. Захист і карантин рослин. 2007. С. 144–145.

6. Кирик М.М. Хвороби кореневої системи рослин: Київ. 2010. 163 с.

7. Крючкова Л. О. та ін. Кореневі гнилі пшениці озимої, поширення в Північному Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2014. 9 с.

8. Швартау В. В. та ін. Вплив композицій фунгіцидів на ефективність контролювання видів *Fusarium* та продуктивність пшениці озимої. Карантин і захист рослин. 2019.С. 23–24.

9. Ковалишина Г. М. та ін. Насіннева інфекція зерна пшениці озимої та захист від неї. Захист і карантин рослин. 2012. 74 с.

10. Грицюк Н. В. та ін. Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження проти фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої. 2019. С. 57–58.

11. Дереча О. Ефективність сумісного застосування фунгіцидів і азотних добрив для захисту пшениці озимої від хвороб в умовах Північного Лісостепу. 2018.С. 112–118.

Олексій ОГНИВИЙ²⁴,
студент 43-А групи,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО. РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

***Анотація.** В даній роботі було розкрито поняття органічного землеробства, було наведено його переваги та недоліки для здоров'я людей, екології та економіки. Також було описано його розвиток в світі та в Україні. Було висвітлено причини необхідності цієї галузі для України, та причини сповільнення розвитку з подальшими перспективами.*

***Annotation.** In this work, the concept of organic farming was revealed, its advantages and disadvantages for human health, ecology and economy were given. Its development in the world and in Ukraine was also described. The reasons for the necessity of this industry for Ukraine and today's problems of slow development were highlighted.*

Вступ. На сьогоднішній день актуальним стає розвиток органічного виробництва, через його значні переваги у соціальних, економічних та екологічних аспектах. Наразі у всьому світі проходить інтенсифікація с-г виробництва яка негативно впливає на навколишнє середовище та призводить до інтенсивного вичерпування природних ресурсів Землі. При використанні органічного землеробства можна значно зменшити такі шкідливі викиди як: вуглекислий газ, метан та азот, що мають прямий вплив на підвищення температури Землі. Також варто зазначити, що органічна продукція зазнає меншого хімічного впливу тому є безпечнішою як для працівників так і споживачів (особливо дітей адже вони є найбільш уразливі до впливу нітратів, пестицидів та важких металів в продуктах харчування через те що їх організм лише починає формуватися), на відміну від промислових ферм. За останніми дослідженнями вчених було встановлено, що продукти з органічних ферм на половину мають більше корисних для людини вітамінів, мінералів, та поживних речовин.

Наразі у країнах ЄС напрям органічного землеробства є досить сильно розвиненим. Україна є тільки новачком в даній сфері, але робить грані успіхи через прагнення українців споживати якісну та корисну їжу [1].

Виклад основного матеріалу. Органічне землеробство – це форма вирощування с-г культур і обслуговування полів, яка включає декілька правил, які забороняють:

²⁴Науковий керівник: Пелех Л. В., кандидат с.-г. наук., старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії

1. Хімічні методи захисту рослин від хвороб та шкідників;
2. Гербіциди;
3. Інокулятори;
4. Мінеральні добрива;
5. Синтетичні стимулятори росту;
6. ГМО (генетично модифікованих організмів);
7. Хімікатів, які мають тривалий час розкладання або є токсичні для середовища.

Але органічне виробництво щоб в зберегти урожай та підтримувати його високу врожайність використовують такі засоби та препарати [3].

Акарициди та біологічні інсектициди – це мікроорганізми, що мають вузькоспеціалізовану дію та специфічні біотоксини, які вони виробляють, призначені для боротьби як з дорослими особинами, так і з личинками шкідливих комах.

Біологічні інокулянти – це біологічні препарати, у яких використовуються живі культури мікроорганізмів, які є корисні рослинам покращуючи здоров'я врожаю.

Біологічні деструктори рослинних решток – це біологічний засіб, який допомагає прискорити розкладання рослинних залишків у ґрунті, пригнічувати патогенні мікробні спільноти та покращувати стан ґрунту.

Біодобрива – це специфічні ґрунтові мікроорганізми, які разом із біоактивними речовинами, які вони синтезують, забезпечують сільськогосподарські культури ефективними формами азоту, фосфору та калію для сприяння росту та розвитку культур, підвищення врожайності та покращення якості продукції.

Отже органічне землеробство має масу переваг, які можна побачити на Рис. 1 .



Рис 1. Основні переваги органічного землеробства.

Також до переваг можна віднести, що більшість роботи виконується людьми в ручну даючи більше робочих місць для населення, збільшуючи перспективу життя в сільській місцевості, зменшуючи такий негативне явище як «вимирання дрібних сіл» [2].

Однак, органічне господарство має суттєві недоліки в порівнянні з промисловим виробництвом зображані на (Рис. 2).

Міжнародна федерація органічного сільського господарства (IFOAM) та Німецьким фондом екології та сільського господарства (SOEL) разом з Швейцарським інститутом органічного сільського господарства (FiBL) оприлюднили дані досліджень про те, що 2004 у світі існувало приблизно 31 мільйон гектарів сільськогосподарських угідь для виробництва органічної продукції. У 2005 році площі органічного землеробства зросли на 5 млн га. Найбільший приріст був у Китаї, де сертифіковано близько 1 млн угідь [6].



Рис 2. Недоліки органічного виробництва на фоні промислового

У Європі станом на 2009 було зареєстровано приблизно 260 000 виробників органічної продукції, 35 000 переробників та 25 000 імпортерів. За оцінками швейцарських експертів, поточний розмір світового ринку органічних продуктів становить близько 60 мільярдів доларів США, і прогнозувалось, що до 2015 року глобальне споживання органічної продукції зросте на 61%, досягнувши 97 мільярдів доларів США. Ці прогнози з невеликим відхиленням збулись і у 2015 році світовий ринок становив 81,6 мільярдів доларів США. Позначки в 97 мільярдів доларів США світ досягнув в 2017. Також 2017 закінчився рекордним показником площ органічних земель становивши майже 70 млн га, що на 12 млн га (20%) більше показників 2016 року. В тому ж році чисельність виробників органіки зросло на 6% відсотків в зрівнянні з попереднім, та становила близько трьох мільйонів [5].

Динаміку зміни площ органічних земель можна відстежити за графіком зображеним на (Рис. 3) за даними представленими сайтом fibl.org.

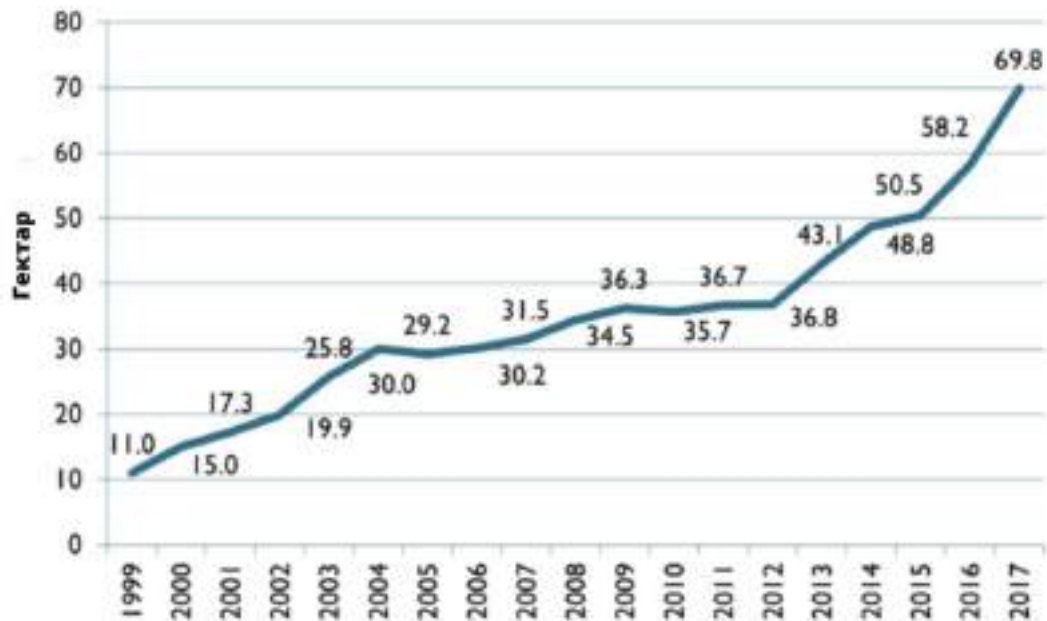


Рис 3. Динаміка змін площ органічних земель в світі за 1999-2017 рр.

На сьогоднішній день в Європі зафіксовано більше 14 млн гектар органічних земель, що складає майже 9% від загальної площі с-г угідь.

Нині світовими лідерами серед країн з найбільшою часткою органічних земель є :

1. Австрія – 25,6%
2. Естонія – 22,7%
3. Швеція – 20,8%
4. Швейцарія – 16,7%
5. Італія – 15,8%

Серед Європи, нині Україна посідає одинадцяте місце та має великий потенціал для розвитку органічного сільського господарства шляхом експорту в інші країни. Такі чинники як сприятливе географічне положення, багато території з родючою землею та завдяки розміщенню в центрі Європи дає змогу залучати велику кількість покупців з інших країн [7].

Також розвиток органічного сільського господарства вирішить багато проблем аграрної сфери в Україні, що спричинить розвиток економіки та завдяки впливу на світовий ринок матиме гарну репутацію як аграрної країни [8].

Україна має малий темп розвитку органічного землеробства через проблеми наведені на Рис. 4.



Рис 4. Причини повільного розвитку органічного землеробства в Україні.

Наразі в містах стає дедалі популярним вживання органічної продукції, тим самим розвивають внутрішній ринок України. На разі близько 75% виробленої продукції йде на експорт в країни Європи.

Нині через військове вторгнення на територію України Російських військ, заступник директора ДУ «Офіс з розвитку підприємництва та експорту» Андрій Литвин надав данні згідно яких близько 30% підприємців що займались органічним землеробством призупинили своє виробництво, 15% були на межі цього, 15% займаються благодійністю віддаючи урожай на підтримку ЗСУ (збройним силам України) та потерпілим, та лише 32% працюють частково та 7% у звичайному режимі. Близько 20% органічних угідь знаходиться під окупацією. Ця подія завдала великої шкоди в розвитку органічного землеробства, але після війни має всі шанси на вихід в десятку лідерів Європи [4].

Висновок. Наразі у світі набуває тенденція корисного та здорового харчування, основами якої є органічні продукції, таким чином створюють попит та спряють розвитку органічного землеробства. В Україні в цьому плані не сильно відставала від інших країн та маючи сприятливі умови поступово рухалась в напрямку розвитку даної ніші, але через військове вторгнення та окупацію деяких територій, органічна сфера потерпає досить серйозних збитків та відстає в плані розвитку.

Список використаної літератури

1. Органічне виробництво в Україні.
URL: <https://www.eridon.ua/organichne-virobnictvo-v-ukrayini> (дата звернення 13.04.2024р.)
2. Розвиток органічного землеробства у світі та Україні

URL: <https://kzk.com.ua/2019/01/30/rozvitok-organichnogo-zemlerobstva-u-sviti-ta-ukraini/>(дата звернення 14.04.2024р.)

3. Органічне землеробство та його розвиток в Україні

URL: <https://azoter-ukraine.com.ua/organichne-zemlerobstvo-ta-jogo-rozvytok-v-ukrayini/>(дата звернення 12.04.2024р.)

4. Через війну третина органічних виробників припинила роботу

URL: <https://superagronom.com/news/15538-cherez-viynu-tretina-organichnih-virobnikiv-pripinila-robotu#:~:text=Станом%20на%20червень%202022%20року,наголошує%2C%20що%20ситуація%20постійно%20змінюється.>(дата звернення 12.04.2024р.)

5. Площа органічних земель в світі сягнула рекордних 70 млн га

URL: <https://superagronom.com/news/6464-ploscha-organichnih-zemel-v-sviti-syagnula-rekordnih-70-mln-ga>(дата звернення 13.04.2024р.)

6. Світовий досвід розвитку органічного виробництва

URL: http://www.agrosvit.info/pdf/17-18_2020/5.pdf(дата звернення 13.04.2024р.)

7. ТОП-8 країн Європейського Союзу за площею органічного землеробства

URL: <https://landlord.ua/news/top-8-krain-ievropeiskoho-soiuzu-za-ploshcheiu-orhanichnoho-zemlerobstva/>(дата звернення 13.04.2024р.)

8. Стан і розвитку органічного виробництва та ринку органічної продукції в Україні URL:<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2525>

(дата звернення 15.04.2024р.)

Вадим МАНІЛКО²⁵,

студент 4-го курсу,

факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ВІВСА

***Анотація.** Вирощування зернових культур є невід'ємною рисою сільського господарства, в тому числі вівса, тому в даній роботі детально описано та визначено умови за яких відбувається обробіток ґрунту, посів, обробка, догляд, збір та подальше зберігання отриманого врожаю. Описано біологічні особливості культури, особливості посіву та збору. Визначено місце у сівозмінах та її ефект на них.*

***Ключові слова:** овес посівний, біологічні особливості, обробка ґрунту, посів, попередник, догляд, збирання, технологія зберігання.*

²⁵Науковий керівник: Шевченко Н.В. кандидат с.-г.наук, старший викладач кафедри рослинництва та садівництва ВНАУ

Annotation. *Cultivation of grain crops is an integral feature of agriculture, therefore, this work describes in detail and defines the conditions under which soil cultivation, sowing, processing, care, collection, and further storage of the obtained crop takes place. The biological features of the culture, features of sowing, and harvesting are described. The place in crop rotation and its effect on them is determined.*

Keywords: *sowing oats, biological features, tillage, sowing, predecessor, care, harvesting, storage technology.*

Вступ. Овес посівний – *Avena sativa* L. – трав'яниста однорічна рослина родини злакових – Poaceae. В нашій країні культивується овес двох видів: овес посівний (*Avena sativa* L.) і овес візантійський (*Avena buxantina* C. Koch.).

Овес належить до важливих зернофуражних культур. У зерні вівса є цукри, крохмаль (50-60%), білкові сполуки (14-16%), жири (6-9%), вітаміни групи В, вітамін Е, каротиноїди, органічні кислоти (щавлева, малонова, ерукова), макро- і мікроелементи (К, Са, Р, Mg, Fe). Тому овес є незамінним концентрованим кормом для тварин.

Овес часто сприймають як кормову культуру. Це підтверджує його склад. Овес можна відзначити високим вмістом білка (12-18%), крохмалю (41%), жиру (4-5%) і зольних речовин, тому ця культура є незамінною у сумішках.

Із зерна вівса, особливо голозерного, виробляють різані й шліфовані крупи, що мають високу поживну цінність.

Післяжнивні рештки (солома) містять до 8% білків і понад 40% вуглеводів, є чудовим кормом для худоби (100 кг її становлять 31 корм.од.). Ще більше цінується половина з вівса, склад якої має до 8% білків, понад 41% вуглеводів [1, 4, 6].

Визначившись з користю та важливістю вирощування даної зернової культури можна сказати, що її однозначно необхідно вводити у сівозміни. Вирощування її не викликає значних труднощів та покращує однотипні, на даний момент, сівозміни аграріїв.

Виклад основного матеріалу. Овес – культура не вибаглива до тепла. Температура ґрунту при якій насіння починає проростати - 1-2 °С. Приморозки в 3-4 °С сходи культури витримують добре. Оптимальна температура повітря у період від цвітіння до наливання зерна становить 15-22 °С. Серед інших хлібних злаків овес любить вологу найбільше. Особливо багато вологи рослини використовують у фазах від виходу у трубку до викидання волотей. Вегетаційний період в залежності від сортів може складати від 85 до 130 днів. Овес не вибагливий до типу ґрунтів. Вирощування культури можливе на важких глинистих та піщаних ґрунтах, характеризується кращою реакцією на кислі ґрунти, ніж інші зернові. В сівозмінах, що рекомендовані на території України для отримання високих врожаїв овес краще висівати післяудобрених просапних (кукурудза, картопля) зернобобових, баштанних культур, льону. Не бажано висівати другий раз на одному полі та цукрових буряків у зонах

поширення нематоди. При врахуванні всього вище сказаного овес можна повернути на те саме поле через 1-2 роки [2, 5].

Високі ціни на засоби забезпечення та захиступродукції, що виробляється, це явище з яким аграрії стикаються повсюди. Не виключенням стали навіть британські фермери, які вирішили спробувати піти шляхом висіву вівсяно-бобових сумішей для економії на азотних добривах.

Вході експериментального проекту Lamport AgX була отримана врожайність 9,36 т/га, суттю якого стала спроба висіяти суміш озимого вівса та кінського боба з метою мінімізувати витрати на підживлення, особливо на добрива основним компонентом яких є азот. У підсумку, вони відмовилися не лише від додаткового забезпечення культур азотом, а й від інших поживних речовин, а також від захисту посівів від бур'янів, комах та хвороб. Експеримент проводився в агрокліматичній зоні де річна кількість опадів становила 650 мм, в графстві Нортгемптоншир. Як наголошують куратори проекту, єдині витрати були закупівля насіння вівса та бобів.

Культури висівали 28.10.2022 року, прямим посівом у два проходи. Кінський біб в кількості 38 насінин/м² висівали у першому озимому полі, а овес озимий у кількості 340 насінин/м² в другому. На ділянці, де вирощували лише овес застосовували традиційну технологію вирощування з внесенням азотних добрив (120 кг/га), проводили дворазове внесення досходових гербіцидів та однієї післясходової, двічі обробляли фунгіцидами та регуляторами росту. Було помічено, що однозначно слабший на перших етапах показав злаково-бобова суміш, тим часом коли на ділянці з вівсом традиційної системи вирощування рослини показували кращий ріст та розвиток, покращення стану рослин почалося в травні. Спостерігалось однакове поглинання азоту на обох ділянках, показуючи ефективність підсіву бобів для забезпечення доступу азоту до зернових рослин. По завершенню результат виявився неочікувано гарним - не лише в плані урожайності вівса (навіть озимої форми), але й в плані заощаджених коштів на підживленні та захисті посіву. 9,36 т/га – урожайність озимого вівса в суміші з бобом, що на 0,5 т/га менше від урожаю вівса класичного способу вирощування. З посівів суміші вдалося отримати додатково 4,2 ц/га насіння бобів, що компенсує меншу урожайність вівса.

Підкреслено це рішення не є панацеєю і не слід використовувати в довгостроковій перспективі цю систему через ризик накопичення ґрунтових шкідників і патогенів, які загрожують бобовим культурам. Однак це може бути шляхом зменшення витрат на вирощування, не завдаючи шкоди для врожаю [11].

Овес – вологолюбна культура і для нормального проростання та подальшого розвитку йому необхідна значна кількість води, тому осінній і весняний обробітки ґрунту мають на меті максимальне накопичення вологи. Накопичення вологи здійснюють наступними агротехнічними заходами: а саме: після збирання попередника проводять одно-, двократне лушення стерні на 6-12 см і оранку або безпліцевий обробіток на 20-22 см. Навесні проводять боронування і передпосівну культивування на глибину загортання насіння (5-6 см). Оранка навесні при посушливих роках, може спричинити пересушення

грунту, що впливає на терміни сівби і може призводити до зниження врожаю зерна на 500 кг. з гектара.

Важливим фактором є своєчасний обробіток ґрунту і вчасно проведена посівна кампанія. Під час початку проведення весняних польових робіт виконують передпосівний обробіток ґрунту – боронування ріллі й культивуацію. В залежності від агрокліматичної зони та показників забезпеченості ґрунту органікою під основний обробіток ґрунту необхідно вносити в основне удобрення по 40 кг/га NPK. На 1 т зерна виносить з ґрунту N–30-40 кг, P– 11-15 кг, K– 2.5-3 кг [6, 4].

Після проведення передпосівних робіт з ґрунтом важливо забезпечити вчасну та якісну сівбу культури. При посіві вівса використовують насіння, сила росту якого близька до польової схожості, але не нижче 80%. Перед сівбою насіння протравлюють проти сажкових хвороб розчином формаліну. Посів проводять у перші дні весняних польових робіт.

Норми висіву звісно ж залежать від агрокліматичних умов і становлять 4 - 4,5 млн./га для південного Степу, для північного і центрального – 4,5 - 5, для Лісостепу – 5-6, Полісся – 4-6, а передгір'я і гірських районів Карпат – 5 - 6,5 млн./га схожих насінин. Спосіб сівби звичайний рядковий. Глибина загортання насіння на важких глинистих ґрунтах 3-4 см, на легких піщаних – 5-6, а в південних районах за посушливої погоди 6-7 см.

Якщо посіви будуть загущені і дози добрив будуть завищені за умов достатнього зволоження, може виникнути раннє вилягання їх, що в свою чергу звісно ж призведе до погіршення якості зерна та зниження кількості врожаю.

Найпоширеніший спосіб сівби вівса – звичайний рядковий з міжряддям 15 см [7, 9].

Овес є менш вимогливий до родючості ґрунту, ніж інші зернові, тому що він має підвищену здатність до засвоювання поживних речовин. Добре засвоює калій з важкорозчинних сполук, а в вологих районах добре використовує фосфоритне борошно. У зоні лісостепу овес сіють звичайно на 3-4 рік після внесення гною. Овес краще за інші культури використовує рештки поживних речовин. За даними дослідів, коли овес висівають після зернових (пшениці, жита), додаткове внесення азотних і фосфоритних добрив (по 30 кг/га діючої речовини) підвищує врожай від 4 до 8 центнерів з одного гектару. На піщаних ґрунтах овес часто висівають після картоплі, під яку вносились органічні добрива або приорювали післяжнивний люпин на зелене добриво. На осушених торфових ґрунтах під овес вносять калійні добрива з розрахунку 80-100 кілограмів на гектар K₂O, а на болотних ґрунтах, що потребують фосфорного добрива, вносять 30-50 кілограм на гектар P₂O₅. Крім того, дають також піритні недогарки (5 центнерів на гектар) або мідний купорос (15-20 кілограмів на гектар), що спричиняє позитивні наслідки.

Завдяки своїй добре розвинутій кореневій системі, яка у фазі кушіння поглиблюється до 0,5-0,8 м, а на час формування зерна корені досягають глибини 1,5-2 м.

Овес досить ефективно використовує наявну родючість і поживні речовини, що залишилися після попередника [4, 10].

Після успішного посіву культури необхідний відповідний догляд за нею. Слідом за сівбою проводять коткування кільчастими котками, а за умови того, що ґрунт перезволожений – боронують для руйнування кірки та перших бур'янів. Проте при боронуванні посівів з невеликою густиотою можливі пошкодження значної кількості культурних рослин, що в свою чергу знижує врожай. З ціллю боротьби з бур'янами та поліпшення аерації боронування проводять також у фазі кушіння.

Якщо посіви виявляться сильно забур'янені, то у фазі кушіння застосовують гербіциди агрітокс (1,0-1,5 л/га), базагран (2,0-4,0л/га), 2М-4Х (0,9-1,5 л/га), діален (1,75-2,25 л/га), ковбой (120-190 мл/га), лонтрел 300 (0,16-0,66 л/га) або інші, залежно від видового складу бур'янів.

У сівозмінах, що насичені зерновими культурами овес виконує фітосанітарну роль. Посіви вівса – ефективний природний засіб протидії хворобам інших зернових культур, для навколишнього середовища культура має вагоме значення так як зменшує застосування пестицидів. Лише передпосівне протруювання насіння є обов'язковим профілактичним заходом. Доцільність наступних заходів захисту уже визначається за фітосанітарним станом полів.

Стеблова і корончата іржа, пильна та тверда сажка - найпоширеніші хвороби вівса. Найбільшої шкоди із шкідників спричиняють ковалики і шведська муха [1, 5, 8].

Овес як і кожна культура має свої особливості збирання, наприклад зерно вівса досягає нерівномірно: верхня частина волоті досягає раніше за нею середня і наостанок нижня частина. Щоб запобігти обсіпанню найціннішого зерна, починати збирати його треба тоді, коли воно зверху волоті буде в повній, а в середині – у восковій стиглості. У зв'язку з цим ефективніше збирати овес роздільним способом, особливо високорослі та забур'янені посіви. Прямим комбайнуванням можна збирати низькорослі, зріжені, сорти стійкі до осипання та чисті посіви [3, 5, 8].

Якщо чекати, поки дозріють усі зернівки у волоті, найрозвиненіші зернівки верхівки волоті почнуть осипатися.

Для збору урожаю використовують ті ж комбайни що і інших зернових

Після збору зерна його необхідно негайно очистити та за необхідності досушити, після цього можна відправляти на зберігання. Технологія зберігання залежить від цілей на які було вирощене зерно та вологості його.

Для переробки або зберігання вологість зерна повинна складати 13-14%, якщо ж ситуація склалась така що зерно треба зберігати тривалий час, то вологість знижують ще на 1-2%. Під час зберігання створюють такі умови, які виключають ураження хворобами, пошкодження шкідниками, самозігрівання та зволоження.

Зерно вирощене на продовольчо-кормові та технічні цілі зберігають насипом у сухому стані у бункерних сховищах, зерноскладах, силосах елеваторів.

Насіннєве зерно зберігають запакованим чи у закритих зерноскладах насипом. Висота насипу не має перевищувати 2,0 м, у сховищах із активною вентиляцією – 3,0 м. Запакованим зберігають насіння добазових, базових категорій, а інколи й перших репродукцій. Мішки вкладають штабелем на піддони з віддаленням від підлоги на 0,15 м, а від стін - на 0,7 м. [3,4,]

Висновки. Овес посівний (*Avena sativa* L.) – високопоживна зернова рослина, що має неабияку цінність, як у виробництві кормів і продукції призначеній для тваринництва, так і для людей забезпечуючи нас крупами та хлібопекарськими виробами.

Зміщений у часі цикл розвитку розширює проміжок для внесення добрив. Це дозволяє скоротити витрати на сільгоспроботи, працю персоналу і техніку. Завдяки своєму особливому процесу дозрівання в порівнянні з іншими зерновими звівсом ми маємо більший запас по часу для збирання врожаю.

Експеримент, проведений в графстві Нортгемптоншир, Англія, показав, що варто покращувати наявні системи вирощування. Досліди в руслі синергії двох культур можуть давати неочікувані результати та вирішення фінансових проблем.

Підсумовуючи можна сказати, що навіть за досить низької в даний момент середньої врожайності вівса - 20-25 ц/га ним все ж таки варто деколи розбавляти сівоzmіни.

Список використаних джерел

1. Зінченко О.І., Алексєєва О.С., Приходько П.М та інш. Біологічне рослинництво: навч. посібник. К.: Вища школа, 1996. 239 с.

2. Білоножко Н.А. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур: навч. посібник. Вища школа, 1990. 292 с.

3. Культура ОВЕС (особливості вирощування та зберігання). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/oves> (дата звернення: 01.09.2024).

4. Овес посівний. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Овес_посівний#Місце_в_сівоzmіні (дата звернення: 01.09.2024).

5. Технологія вирощування вівса. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=684 (дата звернення: 01.09.2024).

6. Біологічні особливості та технологія вирощування вівса. URL: <https://dporanta.prom.ua/ua/a107208-biologichni-osoblivosti-tehnologiya.html> (дата звернення: 01.09.2024).

7. ТОП-7 рекомендацій для ефективного вирощування вівса. URL: <https://dobrodiy.in.ua/statti/top-7-rekomendaczij-dlya-efektyvnogo-vyroshhuvannya-ivisa/> (дата звернення: 01.09.2024).

8. 10 порад для успішного вирощування вівса. URL: <https://www.agronom.com.ua/10-porad-dlya-uspishnogo-vyroshhuvannya-ivisa/> (дата звернення: 01.09.2024).

9. Вирощування вівса. Мінімум затрат – максимум вигоди. URL: <https://www.agronom.com.ua/vyroshhuvannya-vivsa-minimum-zatrat-maksimum-vygody/> (дата звернення: 01.09.2024).

10. Опис та характеристика рослини овес посівний. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/oves-posivniy> (дата звернення: 01.09.2024).

11. Врожайність вівса 9,4 т/га без добрив і ЗЗР отримали в Британії. URL: <https://superagronom.com/news/16374-vrojajnist-vivsa-94-t-ga-bez-dobriv-i-zzr-otrimali-v-britaniyi> (дата звернення: 01.09.2024).

Наталія МЕЛЬНИК²⁶,
студентка 21-А групи,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

***Анотація.** У даній статті ми розглянули таку сільськогосподарську культуру як картопля. Було висвітлено питання самої технології вирощування картоплі. Що потрібно робити, аби отримати гарний врожай. Вияснили, як правильно обробляти ґрунт перед садінням картоплі та які сорти краще використовувати для хорошого врожаю. Висвітлили питання хвороб картоплі.*

***Ключові слова:** картопля, галузь, культура, врожай, температура, добрива.*

***Annotation.** In this article, we considered such an agricultural crop as potatoes. The issue of the very technology of growing potatoes was highlighted. What needs to be done to get a good harvest. We found out how to properly cultivate the soil before planting potatoes and which varieties are better to use for a good harvest. The issue of potato diseases was highlighted.*

***Key words:** potatoes, industry, culture, harvest, temperature, fertilizers.*

***Вступ.** Картопля – поширена сільськогосподарська культура родини пасльонових, яку в народі називають «другим хлібом». Одна з найважливіших продовольчих, технічних і кормових культур. Галузь картоплярства є однією з провідних галузей переробної промисловості сільськогосподарської продукції. Картопля використовується не лише в їжу, а також у виробництві крохмалю і спирту. Науково обґрунтовані норми споживання картоплі на душу населення в Україні становить – 135 кг на рік, але фактичне споживання населенням*

²⁶Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

становить 120-150 кг. Також картопля є важливим джерелом енергії для людського організму.

Для отримання хорошого врожаю картоплі необхідно дотримуватися агротехнічних заходів при вирощуванні картоплі. Тобто, вибору попередника, обробітку ґрунту, внесення добрив, сорту, посадки та догляду. Найкращими попередниками є озимі зернові. Підготовка ґрунту під картоплю починається з осені. Після вирощування зернових культур рослини лушуть, переорюють, коткують (найкращий час для оранки – кінець жовтня) і вносять фосфорні та калійні добрива. Найкращими фосфорними і калійними добривами для картоплі є 3-кратний суперфосфат і калійно-магнієва суміш. Кількість внесених калійних і фосфорних добрив залежить від вмісту елементів у ґрунті. Більша кількість калію ефективна з точки зору стійкості до хвороб, по сухо стійкості та збереження якості.

Виклад основного матеріалу. Картопля (Рис. 1) є важливою продовольчою культурою та основним продуктом харчування. Основна маса вирощування, а це біля 70 % площ картоплі приходить на присадибні ділянки. Залежно від сорту і умов вирощування в бульбах картоплі міститься від 11 до 25 % крохмалю, біля 2 % білка, до 0,5 % жиру. Білок картоплі багатий на амінокислоти і відноситься до повноцінних. Картопля багата на калій (568 мг на 100 г сирої маси) і фосфор (50 мг), також в ній є солі кальцію, магнію, заліза, вітаміни С і групи В. У бульбах міститься до 3 мг% соланіну (а на світлі вміст соланіну збільшується до 20-40мг), тому їх не використовують у сирому вигляді – це може викликати отруєння [1]. Картопля один із найголовніших продуктів харчування. Її використовують у смаженому, вареному, печеному, тушкованому, мороженому вигляді. З неї готують більше 600 страв [2]. Картоплю використовують і в медицині. Сік картоплі застосовують при хворобах шлунку і проблемах з тиском. Тертою картоплею лікують хвороби шкіри. Пар з вареної картоплі використовують для інгаляції горла [3]. Дрібні бульби картоплі широко використовуються для годівлі тварин. З бадилля картоплі готують силос. Поживність 100 кг сирих бульб оцінюється в 29,5 корм. од. З 1 га виходить 6 і більше тис корм. од [4].



Рис. 1. Картопля

Картопля має і технічне значення. З неї виробляють спирт, глюкозу, крохмаль та ін. Окрім технічного значення картопля має і агротехнічне значення. Так як під неї вносять органічні добрива та проводять міжрядний обробіток ґрунту, то вона є хорошим попередником для зернових, бобових та інших рослин.

Біологічні особливості картоплі. Весь період росту картоплі умовно поділяють на 3 періоди. Перший період – від сходів до початку цвітіння. На цьому етапі головним чином збільшується маса бадилля. Приріст бульб незначний. Другий період охоплює цвітіння і продовжується до припинення приросту гички (практично до початку її в'янення). У цей час відбувається найбільш інтенсивний приріст бульб. Третій період – від припинення приросту гички до природного її в'янення. Приріст бульб ще триває, але менш інтенсивно, ніж у другому періоді. Тривалість періодів для сортів різного скоростиглості різна. У скоростиглих сортів від сходів до початку цвітіння проходить в залежності від погоди 27–36 днів, у середньостиглих – 38 днів, у пізньостиглих – 46–48 днів. Значні відмінності по довжині другого періоду. Так, у скоростиглих сортів інтенсивне накопичення врожаю триває протягом 26-28 днів, у середньоранніх – 34–36 днів, а у середньо- і пізньостиглих – протягом 43-45 днів. Приблизно така ж закономірність зберігається і в довжині третього періоду. Найбільш важливим у формуванні бульб є другий період. У цей час накопичується до 65-75% кінцевого врожаю. Погодні умови, що складаються в цей період, визначають рівень урожаю. Численні дослідження і практика картоплярів показують, що з усіх сільськогосподарських культур картопля характеризується найбільшою пластичністю, але нормально рості і розвиватися рослини картоплі можуть лише при забезпеченні в певних кількостях світлом, теплом, повітрям, водою і їжею [6].

Вимоги до температури. Картопля погано реагує на температуру ґрунту нижче 7 - 8 ° і в той же час сильно пригнічується вже при температурах ґрунту вище 25 ° С. При високій відносній вологості і температурі -1, -1,5 ° С чорніє і гине бадилля картоплі. Особливо нестійкі до знижених температур молоді рослини. Однак при повільному зниженні температури в рослинах картоплі накопичуються цукру, що підвищує їх стійкість до невеликих заморозків (до 2 - 3 °). Бульби картоплі зазвичай не виносять температури -1, -2 ° С, що пов'язано насамперед з високим (до 75% і більше) вмістом в них води. Проте в окремі роки завдяки поступовому охолодженню бульб в осінній час і накопиченню в них значної кількості цукру (іноді до 8%) вони можуть навіть перезимувати в ґрунті. Перезимувалі бульби зазвичай рано прокидаються, починають рости і часто стають місцем тимчасового проживання комах-шкідників (жуків, попелиць). При витримуванні бульб після цього в умовах кімнатної температури цукру перетворюються на крохмаль і нормальний смак відновлюється. Бульби, що пройшли період спокою і висаджені у ґрунт, починають проростати при температурі 3-5 ° С, але при цьому відбувається

дуже слабкий ріст і розвиток нирок без освіти кореневої системи. При температурі нижче 3 ° і вище 31 ° С ріст і розвиток бруньок на бульбах затримуються, а перебування картоплі протягом декількох днів при - 1 - 1,5 ° С і 35 ° С зазвичай веде до пошкодження нирок. Коріння у картоплі утворюються зазвичай при температурі ґрунту не нижче 7 ° С. При більш низьких температурах висаджені бульби довгий час лежать в ґрунті, на їх поверхні, за рахунок наявних поживних речовин, можуть утворитися нові бульби без появи надземних органів. Таке явище можна часто спостерігати при посадці картоплі в холодний, перезволожений ґрунт або, навпаки, в занадто сухий при температурі вище 25 ° С. Нормальне проростання бульб картоплі відзначається при температурі ґрунту 7-8 ° С, але оптимальна для проростання картоплі температура 18-20 ° С. Сходи в цьому випадку з'являються на 10-12-й день після посадки, в той час як при температурі ґрунту нижче 7 ° С сходи нерідко з'являються через 30-35 і навіть через 50 днів. Найкраще проростання в середній смузі відбувається при температурі ґрунту 16-19 ° С, що приблизно відповідає температурі повітря 21-25 ° С. При зниженні температури зростання бульб затримується, а при 2 ° С припиняється. Підвищена температура ґрунту сприяє більшому утворенню та розгалуженню столонів, тобто веде до посиленних ростовим явищам на шкоду накопичення врожаю бульб. При тривалій температурі повітря вище 30 ° С майже припиняється асиміляційна діяльність листя картоплі, що веде до зупинки росту бульб і огрубіння їх шкірки. У такі періоди може посилитися інтенсивність дихання, при якому витрата вуглеводів буде перевищувати їх накопичення, що затримає проростання бульб. Сума температур вище 10 ° С за вегетаційний період, необхідна для повного розвитку рослин, для ранніх і середньоранніх сортів в середньому дорівнює 1000-1400 °, для пізньостиглих – 1400-1600 ° [4].

Вимоги до вологи. Картопля – рослина, вимоглива до вологості ґрунту. Потреба у вологості змінюється у картоплі по фазах росту. Критичним періодом є фаза початку цвітіння. Нестача вологи в ґрунті в цей період призводить до сильного зниження врожаю бульб картоплі. Навіть короточасні посухи у фазу бутонізації знижують урожай бульб на 17-23%. Різне ставлення картоплі до вологості ґрунту по фазах росту знайшло своє вираження в широко відомій формулюванні А. Г. Лорха (1998), який говорив, що урожай бульб картоплі ранніх сортів визначається опадами липня, середньостиглих сортів – опадами липня – серпня і пізніх – опадами липня – серпня-вересня. Найбільш сприятливі умови для росту картоплі та високого врожаю бульб створюються при вологості ґрунту 70-80% повної польової вологості (ППВ) в зоні поширення основної маси коренів в період цвітіння, бульбоутворення і 60-65% – в період накопичення крохмалю в бульбах. [5] (Рис. 2).



Рис 2. Вегетаційний період картоплі

Технологія вирощування картоплі. Внесення мінеральних добрив відповідно до біологічних особливостей сортів й агрохімічної характеристики ґрунту дає можливість повністю забезпечити картоплю елементами живлення в необхідному співвідношенні й таким чином сприяти формуванню високого врожаю бульб. Для отримання високих урожаїв картоплі на легких супіщаних ґрунтах вносять 50–60 т/га гною, а торфокомпостів – від 60 до 90 т/га восени або на весні. На дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах досить ефективним може бути сидерат (зелене добриво). На сидерати під картоплю використовують такі культури, як гірчиця біла, редька олійна, люпин алкалоїдний, озиме жито, озимий ріпак й ін. Унесення мінеральних добрив відповідно до біологічних особливостей сортів й агрохімічної характеристики ґрунту дає можливість повністю забезпечити картоплю елементами живлення в потрібному співвідношенні й таким чином сприяти формуванню високого врожаю бульб. На легких піщаних і супіщаних ґрунтах азотні добрива вносять весною, а фосфорні та калійні – восени разом з органічними або весною під основний обробіток ґрунту. На дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах легкого механічного складу із середнім ступенем забезпеченості фосфором і калієм оптимальними нормами внесення мінеральних добрив без внесення гною є – $N_{120}P_{100}K_{160}$; на фоні 50 т/га гною – $NP_{90}K_{120}$. На суглинкових і глинистих ґрунтах норму калію зменшують на 30 кг/га. Дуже кислі ґрунти вапнують, що сприяє підвищенню врожаю та його якості. Вапно вносять із розрахунку 0,5 норми за гідролітичною кислотністю безпосередньо під картоплю. Основні дози добрив під картоплю вносять, як правило, врозкид під оранку. Для одержання дружних сходів, інтенсивного росту та розвитку рослин, стимулювання утворення більшої кількості бульб і відповідно високих урожаїв необхідним заходом є підготовка бульб до садіння. Насамперед це калібрування та перебирання.

Посадка. Картоплю слід висаджувати рядами, бажано в прогрійтий ґрунт. Гребенева посадка дозволяє ґрунту швидко прогріватися і забезпечує оптимальні умови для розвитку картоплі та догляду за нею до появи сходів. При посадці в гребені на супіщаних або суглинних ґрунтах глибина посадки повинна становити 6-8 см, а на піщаних ґрунтах 10-12 см до поверхні гребенів. Оптимальна температура ґрунту на глибині загортання 10 см становить +8...+10°C. Низькі температури ґрунту призводять до затримки появи

сходів, сприйнятливості бульб до хвороб, гнилей, відмирання бруньок і, як наслідок, зрідженості сходів. Ранні та середньоранні сорти слід висаджувати густіше, ніж середні та пізні. Якщо немає достатньої кількості посадкового матеріалу, можна використовувати прискорене розмноження картоплі [6] (Рис. 3).



Рис 3. Посадка картоплі гребневим способом

Удобрення та засоби захисту картоплі. У сучасному перевантаженому хімікатами навколишньому середовищі дослідження та впровадження методів органічного землеробства для природного відновлення потенційної родючості ґрунту, вирощування екологічно чистої сільськогосподарської продукції та покращення стану довкілля є одним з головних викликів передової аграрної науки в усьому світі. Найпоширенішим і традиційним добривом є, звичайно, напіврозкладений компост. Внесення сидеральних культур(переважно бобових) після скошування та збирання врожаю, використання післяжнивних решток зернових, бобових та технічних культур, використання багаторічних зернових та бобових культур у сівозміні. Одним з нових перспективних напрямків вирощування картоплі є використання біологічних добрив та засобів захисту рослин. Такі продукти є високо ефективними, підвищують врожайність та якість бульб і не завдають шкоди навколишньому середовищу [3].

Проведення фіто-санітарного моніторингу посівів картоплі. Основною проблемою заселеності шкідливими організмами, розвитку та поширення збудників хвороб у західних регіонах України є визначення ролі факторів навколишнього середовища різної природи у формуванні коливань чисельності популяцій комах та мікроорганізмів. Фізіологічний стан популяцій шкідливих організмів має біологічний ритм багаторічної динаміки, що складається з біологічних ритмів, які контролюють життєздатність (кількість шкідників, що перезимували), розмноження та міграційну активність. Різні шкідники картоплі завдають шкоди картоплі і можуть розмножуватися у великих кількостях, завдаючи при цьому значних економічних збитків. Дослідження видового складу мікроорганізмів відіграють важливу роль у визначенні етіології патогенів картоплі та ступеня їх шкодо чинності. Особливу увагу слід приділяти ідентифікації фітопатогенних грибів, бактерій і вірусів, які можуть проникнути в культуру через насіння. Незважаючи на приналежність до різних таксономічних груп (базидіоміцети, сумчасті, пероноспоріві та інші гриби), патогени мають однакову екологічну стратегію життєвого циклу, вражаючи

листя, стебла, коріння та бульби. Всі ці патогени здатні розмножуватися у великій кількості протягом короткого періоду в 7-10-20 днів, викликаючи епіфітотії (наприклад, фітофтора картоплі). Гідротермічні умови, особливо опади, роса і туман, сприяють масовому розмноженню збудників хвороб листя. У суху спекотну погоду патоген не може поширюватися горизонтально за допомогою повітряних крапель. Як тільки починається волога погода, протягом двох-трьох днів виникає епіфітотійний спалах. Іншими словами, низка хвороб поширюється в системі землеробства не ізолювано, а в складних взаємодіях з різноманітними факторами, що перешкоджають максимальній реалізації потенціалу врожайності картоплі. Вони відіграють одну з найважливіших ролей у саморегуляції розмноження та поширення патогенів рослин. Колорадські жуки є одними з найпоширеніших і найнебезпечніших шкідників картоплі та інших пасльонових культур, що завдають значної шкоди рослинам і спричиняють часткову втрату врожаю. У Львівській області спалах жука поділяється на два покоління, більшість з яких є повністю розвиненими. Загалом на чисельність шкідника в агроценозі картопляного поля впливають ґрунтові, кліматичні та господарські фактори. Колорадські жуки починають виходити з місць зимівлі, коли ґрунт прогрівається вище +13-14°C. Поява шкідника на посівах інтенсивніша після дощу та при температурі вище +15°C. Картопляний жук починає з'являтися на картоплі в третій половині квітня і у великій кількості в травні. Спочатку ці жуки-фітофаги заселяють ранні стадії посадки картоплі, а потім переходять на більш пізні стадії розвитку сходів картоплі. Відкладання яєць починається в кінці травня і триває до середини червня. Відродження і живлення личинок спостерігається в першій декаді червня і триває 2-3 тижні. Поява покоління жуків спостерігається в середині липня. (Рис. 4).



Рис 4. Колорадський жук

Щорічно для встановлення зимуючого запасу шкідників картоплі та інших сільськогосподарських культур в осінній період проводять обстеження ґрунту. Основними хворобами грибкового походження є фітофтороз, ризоктоніоз, суха фузаріозна гниль, фомозна гниль, парша. Серед хвороб бактеріального походження – мокра бактеріальна гниль, кільцева гниль картоплі. Найпоширеніше і найшкодочинніше захворювання серед грибкових захворювань картоплі фітофтороз. (Рис. 5).

Збирання врожаю. Збирання насінневої картоплі залежить від природно-кліматичних умов місцевості, біологічних особливостей сорту та умов сівби на момент початку збирання. Картоплю збирають, коли вологість ґрунту нижче 75% від повної польової вологості, погодні умови сухі, температура ґрунту вище 10°C і кількість бульб з грубою шкіркою вище 95%. Поріг чутливості бульб до пошкодження становить близько 12°C, нижче якого кількість пошкоджень зростає. При збиранні бульб передзбиральне бадилля має бути механічно видалене щонайменше за два-три тижні до викопування бульб. Вживають заходів для запобігання механічним пошкодженням бульб під час збирання, сортування, транспортування та зберігання, щоб контролювати розвиток гнилі та пошкодження бульб. Насіннева картопля з полів, де фітофтороз, бактеріоз та бактеріємія були сильно пошкоджені механічними пошкодженнями бульб, повинна бути знезаражена біологічними препаратами проти цих інфекцій збудників сухої фузаріозної гнилі під час зберігання та в перший період зберігання. (Рис. 6).



Рис 6. Збирання врожаю картоплі

Висновки. Отже, ми вияснили якою є культура картоплі. Дізналися про найоптимальніші умови розвитку даної сільськогосподарської культури. Ознайомилися із технологією вирощування картоплі. Висвітлили питання небезпечних хвороб картоплі, тому варто не забувати про боротьбу із ними. Покращили свої знання в тому, які добрива є хорошими в випадках обробки ґрунту. Засвоїли знання про правильну підготовку ґрунту до посадки картоплі, збирання врожаю та умов зберігання.

Список використаної літератури

1. Бакун Ю.О. Виробництво ранньої картоплі. Вісник аграрної науки. 1999. №9. С. 34.
2. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва. Київ: Вища школа, 1995. 235 с.
3. Бурковська А.В. Культура картоплі на півдні України. *Економіка АПК*. 2004. № 12. С. 107-109.
4. Коленда О. Продуктивність картоплі залежно від способів основного обробітку ґрунту. Актуальні проблеми аграрного виробництва: теорія,

дослідження, практика: Матеріали Міжнародної студентської наукової конференції: Наук. видан. Львів: ЛДАУ, 2002. С. 52-54.

5. Дудченко І.В. Картопля на городах, присадибних і дачних ділянках. Львів: Каменяр. 1993. 85 с.

Артем ЧЕЛЯДИНА²⁷,

студент 2 курсу,

факультет агрономії та садівництва та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ПОПЕЛИЦІ (APHIDOIDEAE) – ОСНОВНІ СИСНІ ШКІДНИКИ У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Анотація. Уданій статті висвітлено і уточнено біологічні особливості та шкодочинність сисних шкідників пшениці озимої. Серед яких провідне місце належать попелицям, які заселяють посіви та пошкоджують пшеницю, погіршуючи хлібопекарські та посівні якості культури. Встановлено, що у посівах домінували велика (*Sitobianavenae* F.) та звичайна (*Schizaphis graminum* Rond.) злакові, ячмінна (*Brachycolus noxius* Mordv.) і звичайна черемхова (*Sitobianavenae padi* L.) попелиці. Визначено, що за циклом розвитку попелиці поділялись на однодомні (великазлакова, звичайна злакова, ячмінна) і дводомні – звичайна черемхова. Досліджено розробку ефективних заходів контролю чисельності попелиць, залежно від застосування засобів захисту рослин в осінньо-зимовий період.

Ключові слова: пшениця озима, попелиці, імаго, яйцекладка, личинка, лялечка, пошкодження, інсектициди протруйники, ефективність.

Annotation. In this article, the biological features and harmfulness of sucking pests of winter wheat are highlighted and clarified. Among them, the leading place belongs to aphids, which inhabit crops and damage wheat, worsening the baking and sowing qualities of the crop. It was found that large (*Sitobian avenae* F.) and common (*Schizaphis graminum* Rond.) cereal, barley (*Brachycolus noxius* Mordv.) and common cherry (*Rhopalosiphum padi* L.) aphids dominated the crops. It was determined that according to the cycle of development, aphids were divided into monoecious (large cereal, common cereal, barley) and dioecious – common cherry. The development of effective measures to control the number of aphids, depending on the use of plant protection products in the autumn-winter period, was investigated.

Key words: winter wheat, aphids, imago, egg-laying, larva, pupa, damage, insecticides, poisons, efficiency.

²⁷Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

Вступ. Зважаючи на високий темп зростання чисельності населення, інтенсивного використання запасів енерго ресурсів та усвідомлення загострення проблем стабільного забезпечення земної цивілізації продуктами харчування, гостро постало питання про збільшення валових зборів зернових культур. Одним із найважливіших резервів збільшення валових зборів сільськогосподарської продукції є зменшення втрат урожаїв від шкідливих організмів, що нині сягають 42–50 %, з них від шкідників –26,3%.

Проте і сьогодні пшениця є найціннішою і найбільш розповсюдженою зерновою продовольчою культурою, адже хліб, випічка та макаронні вироби присутні майже у всіх кухнях світу. У світовому виробництві вона займає перші місця за площами посіву (близько 220 млн. га). В Україні валовий збір зерна, за останні 10 років, становив в середньому близько 15,5–22,3 млн. т на площі посіву понад 6 млн. га. Несталість посівних площ, порушення технологій вирощування, глобальне потепління, а також послаблення захисних заходів проти шкідливих організмів, зокрема шкідників є основними причинами зменшення продуктивності агроценозів пшениці озимої.

Тому вирощування високих сталих урожаїв пшениці озимої неможливе без надійного захисту культури від шкідливих організмів. Але, як свідчить практика, проведення спеціальних заходів боротьби з шкідниками не завжди економічно виправдане, особливо це стосується хімічного захисту рослин. Так, наприклад, широке застосування хімічних засобів часто призводить до негативних наслідків: забруднення продукції й інших об'єктів навколишнього середовища залишками пестицидів, порушення екологічної рівноваги, погіршення здоров'я людей [1].

Постановка проблеми. Одним з головних завдань сільськогосподарського виробництва є збільшення збору зерна і насамперед пшениці як найбільш цінної продовольчої культури. В Лісостепу правобережному вона займала до 20% посівних площ. В той же час ця зона характеризується найбільш високою шкідливістю фітофагів, в тому числі великої групи сисних комах. Середні втрати врожаю зерна від шкідників становлять 10–15% при одночасному зниженні його хлібопекарських і посівних якостей.

Серед найбільш поширених фітофагів озимої пшениці, до особливо небезпечних належать злакові попелиці.

Найпоширенішими і найшкідливішими є види, що пошкоджують надземні органи рослин, а саме: велика (*Sitobianavenae* F.) та звичайна (*Schizaphis graminum* Rond.) злакові, ячмінна (*Brachyco lusnoxius* Mordv.) і звичайна черемхова (*Rhopalosiphum padi* L.) попелиці [3].

За циклом розвитку попелиць ділять на однодомні (велика злакова, звичайна злакова, ячмінна) і дводомні – звичайна черемхова.

Звичайна злакова попелиця (*Schizaphis graminum* Rond.). Батьківщиною попелиць цього виду є Палеарктика, але вони поширилися в інші частини світу і зараз спостерігаються в Північній та Південній Америці, Європі, Азії та Африці. В Україні частіше трапляється на півдні лісостепової зони, у Степу і Криму, в інших районах у масовій кількості буває рідше.



Рис 1. Звичайна злакова попелиця (*Schizaphis graminum* Rond.)

Життєвий цикл однодомний. Живе великими колоніями на нижній і верхній поверхнях листя злаків. Зимують яйця на листі сходів озимих культур і дикорослих злаків. Засновниці виходять з яєць, що перезимували, на початку – в середині квітня. За теплої сухої погоди попелиця розмножується в масовій кількості, особливо в південних районах, де завдає найбільш шкоди при відсутності вологи.

У продовж вегетаційного періоду може розвиватися в 10–12 генераціях. У місцях пошкоджень рослини знебарвлюються, іноді червоніють. Крім безпосередньої шкоди попелиці переносять вірусні захворювання злаків.

Велика злакова попелиця (*Sitobion avenae* F.) – поширена повсюдно. Масові розмноження частіше спостерігаються у степовій зоні Криму.



Рис 2. Велика злакова попелиця (*Sitobion avenae* F.)

Життєвий цикл однодомний. Зимують яйця на озимих культурних або дикорослих злаках. У квітні – травні виходять личинки самиць-засновниць, які утворюють відкриті колонії на колосі, рідше – на листках і стеблах. Крилаті особини з'являються, починаючи з першого покоління, і розселюються на ярі злаки. Розвивається в кількох поколіннях за вегетаційний період.

Ячмінна попелиця (*Brachycolus noxius* Mordv.) – поширена повсюдно. Безкрила партеногенетична самиця – завдовжки 2,5 мм, веретеноподібна, світло-жовтого кольору в білому пилку. У крилатої форми голова і вусики чорні, а черевце світло-зелене. Життєвий цикл однодомний. Живе у скрученому втрубку листі або на пошкодженому колосі. Листя жовтіє і засихає, колос скручується. При великій чисельності, особливо під час посухи, всі рослини засихають і гинуть.



Рис 3. Ячмінна попелиця (*Brachycolus poxius* Mordv.)

Зимують яйця на листках ячменю і пшениці. Відродження личинок-засновниць відбувається рано навесні. Тривалість розвитку личинки до імагов середньому до 8 діб. У травні – червні з’являються крилаті самиці, які заселяють посіви злакових та інших культур. У вересні – жовтні з’являється статеве покоління, запліднена самиця якого відкладає зимуючі яйця.

Черемхова попелиця (*Rhopalosiphum padi* L.) – поширена повсюдно, є переносником небезпечного вірусного захворювання – жовтої карликовості ячменя.

Зимують яйця на черемсі. На початку розпускання бруньок з них виплоджуються засновниці, що живляться з нижнього боку листків і на суцвіттях. Крилаті попелиці у травні переселяються на злаки, де утворюють колонії на листках, колосі, у пазухах листків. Восени з’являються крилаті статеноски, які переселяються на черемху.



Рис 4. Черемхована попелиця (*Rhopalosiphum padi* L.)

Колонії попелиць в різні періоди вегетації кормових рослин мають різний морфотиповий склад, що певною мірою впливає на формування їх чисельності. Зміни, що відбуваються у складі морф в онтогенезі популяції попелиць, відображають їх історично сформовані взаємини з кормовими рослинами, що сформували життєві цикли. Відомо, що обсяг реалізованої плодючості у безкрилих морф різних видів попелиць вище, ніж у крилатих.

Посилена увага до попелиць зумовлена не тільки складною біологією та їх значенням у біоценозах, але й тими економічними збитками, яких завдають представники цієї групи за пошкодження рослин культур, а також при перенесенні численних фітопатогенних вірусів.

За незначного заселення рослин злаковими попелицями їхні колонії зосереджуються в основі листкових пластинок з верхнього чи нижнього боку,

залежно від виду фітофага. За масового розмноження попелиць колонії з'єднуються і вкривають увесь листок і навіть стебло, листки на рослинах скручуються, передчасно засихають, колос деформується, скручується і не виходить з піхви. За посухи такі рослини гинуть. За достатнього зволоження спричиняється щуплозерність, пустоколосиця. В міру старіння і в'янення нижніх листків попелиці переходять на верхні листки, а згодом – і на луски колосу.

Заданими Т. М. Топчій основна шкодливість попелиць під час розвитку на посівах пшениці озимої обмежується зниженням ваги зерна. За середньої чисельності попелиць 27,3 екз. на колос (фаза молочної стиглості зерна) та густоті стояння рослин 350 рослин на 1 м² розрахункові втрати врожаю становили 6,31 ц/га.

Попелиці належать до сисних шкідників, які, висмоктуючи поживні речовини із рослин, впливають на врожай зерна та його якість. У роки масового розмноження попелиці знижують урожай пшениці озимої на 10–15 %. Окрім безпосередньої шкоди, фітофаги є переносниками вірусних хвороб. Інтенсивність заселення й шкідливість попелиць залежать від погодних умов в період їх партеногенетичного розмноження. Швидкому збільшенню чисельності фітофага сприяє тепла сонячна погода (середньо декадна температура повітря 17,0–19,5 °С) з помірною кількістю опадів. Рослини пшениці придатні для живлення і швидкого розвитку попелиць до настання фази молочно-воскової стиглості, тому масове розмноження комах можливе за збігу оптимальних метеорологічних умов із періодом виходу рослин у трубку – формування зерна. Навесні, у цей період, розмноження попелиць часто стримує прохолодна із значними опадами погода, влітку, у фазі молочно-воскової стиглості – надмірно висока температура й низька вологість повітря [5, 6].

Серед низки чинників, що перешкоджають реалізації потенційної продуктивності сучасних сортів, у межах 80–85 %, на частку шкідливих організмів припадає 33–35 %, а втрати в середньому сягають близько 3 т/га зерна. Це переконливо свідчить, що навіть часткове запобігання втратам – важливий фактор підвищення продуктивності культури.

Успішному вирішенню цього завдання значною мірою сприяє захист посівів від шкідника. Особливо важливо ефективно і вчасно захистити озимину в осінній період вегетації, що дає змогу зберегти оптимальну густоту рослин і запобігти значному зниженню їх зимостійкості внаслідок пошкоджень сисними шкідниками та зменшити зимуючий запас фітофага.

Найбільшу загрозу посівам озимих в осінньо-зимовий період становить злакова попелиця (*Macrosiphum (Sitobion) avenae* F.). Через невеликий їх розмір та пошкодження, що на перший погляд непомітні їх часто недооцінюють. Однак, при висмоктуванні поживних речовин шкідники вводять токсичні сполуки, які порушують процеси метаболізму, пригнічують ріст рослин, знижують їх кущистість, зимостійкість, посухостійкість. Крім того, злакові попелиці поширюють в посівах вірусні хвороби. Ось чому важливо захистити озимину на перших етапах органогенезу, коли стійкість рослин дуже слабка.

Оцінку ефективності сучасних інсектицидних протруйників у посівах озимої пшениці проти сисних фітофагів науковці проводили восени у польових умовах Вінницького району.

Варіанти досліду включали препарати з різних класів хімічних сполук: карбамати – Промет 40 % мк. с (фурагіокарб), неонікотиноїди – Гаучо 70 % з.п. (імідаклопрід), Круізер 350 FS, т.к.с. (тіометоксам); контроль – без обробки (насіння в усіх варіантів оброблене фунгіцидом Максим Стар 0,25 FS, т.к.с. (флудиоксоніл) – 1,0 л/т.

Обстеження озимої пшениці на заселеність її злаковими попелицями на проводили восени (табл. 1).

Таблиця 1

Технічна ефективність передпосівної обробки насіння озимої пшениці інсектицидними протруйниками проти попелиць

Варіант досліду	Норма витрати препарату, кг, л/т	7 днів		14 днів	
		коефіцієнт заселеності	ефективність, %	коефіцієнт заселеності	ефективність, %
Контроль (без обробки)*	-	0,43	0	0,79	0
Гаучо 70 % з.п.	2,0	0,15	65,1	0,36	54,4
Промет 400, мк.с.	2,0	0,06	86,0	0,23	70,8
Круізер 350 FS т.к.с.	0,5	0,04	90,7	0,18	77,2

*Примітка: За результатами досліджень науковців [2].

За результатом обробки насіння пшениці озимої інсектицидними протруйниками заселеність попелицями істотно знизилася у всіх варіантах, порівняно з контролем. Найнижча чисельність фітофагів за роки досліджень була відмічена у варіантах з протруйниками Круізер 350 FS т.к.с. (0,5 л/т), коефіцієнт заселеності попелицею склав 0,04 %, у варіанті, де застосовували протруйник Промет 400, мк.с. (2,0 л/т), коефіцієнт заселеності становив 0,06 %. Найвищий показник заселеності попелицею відмічали у контрольному варіанті, де коефіцієнт заселеності становив 0,43 %. Відповідно, технічна ефективність Круізер 350 FS т.к.с. (0,5 л/т) становила 90,7 %; Промет 400, мк.с. (2,0 л/т) – 86,0 %, в той час як на контролі щільність личинок даних видів шкідників перевищувала майже в 4,5 рази. Найменшу технічну ефективність було відмічено у варіанті з протруйником Гаучо Плюс 466 FS, ТН – 65,1 % відповідно.

Через 14 днів після появи сходів (період найбільшої чисельності фітофага) коефіцієнт заселеності рослин на контролі складав 0,79 %, що у 1,6–1,8 рази перевищувало цей показник на варіантах Промет 400, мк.с., Гаучо 70 % з.п., та у 2 рази більше в порівнянні з Круізером 350 FS т.к.с. Захисна дія протруйника зберігалася. Відповідно, технічна ефективність Круізер 350 FS т.к.с. (0,5 л/т) становила 77,2 %; Промет 400, мк.с. (2,0 л/т) – 70,7 %, в той час як на контролі щільність попелиць перевищувала майже в 4,5 рази. Найменшу

технічну ефективність було відмічено у варіанті з протруйником Гаучо Плюс 466 FS, ТН – 54,4 % відповідно.

Таким чином, найвищу ефективність на пшениці озимій проти попелиць забезпечили інсектициди Круізер 350 FS т.к.с та Промет 400, мк.с.

Висновки. Отже, встановлено, що у посівах пшениці озимої домінували велика (*Sitobion avenae* F.) та звичайна (*Schizaphis graminum* Rond.) злакові, ячмінна (*Brachycolus noxius* Mordv.) і звичайна черемхова (*Rhopalosiphum padi* L.) попелиці. Визначено, що за циклом розвитку попелиці поділялись на однодомні (велика злакова, звичайна злакова, ячмінна) і дводомні – звичайна черемхова.

Досліджено розробки ефективних заходів контролю чисельності попелиць, залежно від застосування засобів захисту рослин в осінньо-зимовий період. За результатами обробки насіння пшениці озимої інсектицидними протруйниками найнижча чисельність фітофага була відмічена у варіантах з протруйниками Круізер 350 FS т.к.с. (0,5 л/т), коефіцієнт заселеності попелицею склав 0,04 %, у варіанті, де застосовували протруйник Промет 400, мк.с. (2,0 л/т), коефіцієнт заселеності 0,06 %. Найвищий показник заселеності попелицею відмічали у контрольному варіанті, де коефіцієнт заселеності становив 0,43 %. Відповідно, технічна ефективність Круізер 350 FS т.к.с. (0,5 л/т) становила 90,7 %; Промет 400, мк.с. (2,0 л/т) – 86,0 %, в той час як на контролі щільність личинок даних видів шкідників перевищувала майже в 4,5 рази. Найменшу технічну ефективність було відмічено у варіанті з протруйником Гаучо 70 % з.п. % з.п. – 65,1 % відповідно.

Список використаної літератури

1. Секун М. П., Бабич С. М., Курцев В. О. Сисні шкідники пшениці озимої. Карантині захист рослин. 2014. № 4. С. 7.
2. 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.
3. Стригун О. О., Судденко Ю. М. Видовий склад шкідливої ентомофауни агробіоценозу пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. Вип. 3. С. 15–18.
4. Топчій Т. В. Оцінка стійкості сортозразків пшениці озимої проти злакових попелиць. Карантині захист рослин. 2009. № 8. С. 2–4.
6. Рубан М. Б., Біляк С. М. Попелиці – шкідники пшениці озимої та регуляція їх чисельності в Центральному Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012. Вип. 176. С. 271–276.
7. Біляк С. М., Рубан М. Б. Вплив погодних умов на шкідливість і розмноження злакових попелиць. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012. Вип. 176. С. 291–296.

Дмитро КРИКЛИВИЙ²⁸,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ БАШТАННИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

***Анотація.** Баштанні культури, такі як кавуни, дині, гарбузи та кабачки, користуються великою популярністю в Україні. Вінницька область, з її помірно-континентальним кліматом, має сприятливі умови для вирощування цих теплолюбних культур. Баштанні культури, такі як кавуни, дині, гарбузи та кабачки, користуються великою популярністю в Україні. Вінницька область, з її помірно-континентальним кліматом, має сприятливі умови для вирощування цих теплолюбних культур. Завдяки дотриманню оптимальної технології вирощування баштанних культур, можна отримати високі та якісні врожаї кавунів, динь, гарбузів та кабачків в умовах Вінниччини. Анотація може бути використана агрономами, фермерами, садівниками та дачниками для вирощування баштанних культур в умовах Вінниччини.*

***Abstract.** Fruit crops such as watermelons, melons, pumpkins and zucchini are very popular in Ukraine. Vinnytsia region, with its temperate continental climate, has favorable conditions for growing these heat-loving crops. Fruit crops such as watermelons, melons, pumpkins and zucchini are very popular in Ukraine. Vinnytsia region, with its temperate continental climate, has favorable conditions for growing these heat-loving crops. Thanks to the observance of the optimal technology for growing melon crops, it is possible to obtain high and high-quality harvests of watermelons, melons, pumpkins and zucchini in the conditions of Vinnytsia. The abstract can be used by agronomists, farmers, gardeners and summer residents for the cultivation of melon crops in the conditions of Vinnytsia.*

***Вступ.** Баштанні культури – це група теплолюбних рослин, які дають цінні харчові продукти. Їх плоди багаті на вітаміни, мінеральні речовини, цукри та інші поживні речовини. Баштанні культури мають високу харчову цінність і добре засвоюються організмом людини. В Україні баштанні культури вирощують у всіх областях, але найбільш сприятливі умови для них склалися в південних та південно-східних регіонах. Вінницька область, розташована в центральній частині України, також має сприятливі умови для вирощування баштанних культур.*

²⁸Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

Умови вирощування. Баштанні культури – це група теплолюбних рослин, які потребують певних умов для успішного вирощування. До основних факторів, які впливають на їх ріст і розвиток, належать: температура, опади, світло, ґрунт, кислотність та родючість ґрунту, сівозміна та інші.

Баштанні культури потребують багато тепла. Оптимальна температура для їх росту і розвитку становить 25-30°C. Ці культури посухостійкі, вони потребують вологи в період проростання насіння та сходів, гарно ростуть на добре освітлених місцях. Найкраще підходять легкі, супіщані і піщані ґрунти, він повинен бути родючим, з високим вмістом органічних речовин. Оптимальна кислотність становить рН 6-7. Баштанні культури вирощувати на одному місці два роки поспіль не бажано. Їх можна вирощувати після зернових, бобових, озимих та багаторічних трав. Не бажано вирощувати їх після пасльонових та огірків. Потребують підживлення протягом вегетаційного періоду. Висівають насінням у відкритий ґрунт, коли ґрунт прогріється до 12-14°C.

Підготовка до садіння. Потрібно вибрати добре освітлене місце, захищене від вітру. Переконалися, що ґрунт добре дренований. Краще, якщо ґрунт буде супіщаним або піщаним та уникати місць, де раніше росли пасльонові та огірки. Восени перекопати ґрунт на глибину 25-30 см, внести органічні добрива (компост, перегній). Навесні провести боронування. За 2-3 тижні до посіву підживити мінеральними добривами. Перевірка насіння на схожість. Бажано прогрівати насіння на сонці протягом 3-4 днів, замочити насіння в теплій воді на 12-14 годин та обробити стимуляторами росту. Потрібно висівати насіння в ґрунт, коли температура ґрунту прогріється до 12-14°C. Глибина посіву насіння становить 3-5 см. Відстань між рослинами в рядку становить 50-70 см, а між рядками – 90-100 см.

Регулярно поливати сходи, прополювати бур'яни, розпушувати ґрунт. Іноді бажано провести проріджування сходів, якщо це необхідно. За тиждень до висадки розсади у відкритий ґрунт треба почати її загартовувати. Для цього потрібно виносити розсаду на вулицю на кілька годин, поступово збільшуючи час перебування на свіжому повітрі. Висаджувати розсаду у відкритий ґрунт ввечері або в похмуру погоду. Добре поливати розсаду перед висадкою та заглиблювати розсаду до першої пари справжніх листків. Забезпечити своєчасний полив баштанних культур, прополювання бур'янів, розпушування ґрунту. Регулярне проведення підживлення протягом вегетаційного періоду та захист від шкідників та хвороб.



Рис 1. Розсада кавунів

Технологія садіння: Посів насінням – це найпоширеніший спосіб садіння баштанних культур. Розсадний метод використовується в регіонах з коротким вегетаційним періодом. Ґрунт повинен бути добре прогрітим, пухким і зволеним. Глибина загортання насіння: 3-5 см для кавунів і динь, 2-3 см для гарбузів і кабачків. Відстань між рослинами: 50-70 см для кавунів і динь, 30-50 см для гарбузів і кабачків. Схема посіву: однорядкова, дворядкова або гніздова.

Розсадний метод: Розсаду можна вирощувати вдома або в теплиці. Ґрунт для розсади повинен бути пухким, поживним і зволеним. Розсаду пікірують в окремі стаканчики або горщики. Перед висадкою у відкритий ґрунт розсаду потрібно загартувати. Розсаду висаджують у відкритий ґрунт, коли мине ризик заморозків. Баштанні культури потребують регулярного поливу, особливо в період сходів і цвітіння. Своєчасне видалення бур'янів. Розпушування ґрунту після поливу і дощу. Проведення 2-3 підживлення протягом вегетаційного періоду, а також профілактичні та лікувальні заходи. Стиглість плодів визначають за кольором, звуком при стуканні та затвердінням плодоніжки. Збирати плоди вранці або ввечері, коли спаде спека. Зберігати баштанні культури в прохолодному, темному місці при температурі 2-5°C. Дотримання цих правил допоможе вам виростити високий урожай баштанних культур.

Додаткові поради:

- для кращого прогрівання ґрунту та захисту від вітру баштанні культури краще вирощувати на грядках.
- для захисту від заморозків їх можна накривати плівкою.
- для кращого запилення потрібно вручну запилювати квітки баштанних культур.

Умови зберігання: Оптимальна температура для зберігання баштанних культур становить 2-4°C. Оптимальна вологість повітря для зберігання баштанних культур становить 70-80%. Приміщення для зберігання баштанних культур повинне бути добре провітрюваним. Баштанні культури слід зберігати в темному місці.

Способи зберігання: баштанні культури можна зберігати на стелажах, укладених в 1 ряд, в підвішеному стані за допомогою сіток або мотузок, в ящиках, перекладених соломною або тирсою, в піску, засипавши їх повністю.

Терміни зберігання: кавуни зберігати до 3-4 місяців, дині зберігати до 2-3 місяців, гарбузи зберігати до 6-8 місяців, кабачки зберігати до 1-2 місяців. Відбирати тільки стиглі та здорові плоди, також слід обробити фунгіцидом. Просушити плоди на свіжому повітрі протягом 2-3 днів.

Поради:

- не зберігати баштанні культури разом з фруктами та овочами, які виділяють етилен.
- регулярно оглядати плоди під час зберігання і видаляти ті, які почали псуватися.
- дотримання цих правил допоможе зберегти плоди таких культур свіжими протягом тривалого часу.



Рис 2. Зібраний урожай баштану

Висновок. Вирощування баштанних культур в умовах Вінниччини можливе за дотримання оптимальної технології, яка включає вибір відповідних сортів та гібридів, дотримання сівозміни, правильного підбору ґрунту та його підготовка, застосування добрив, своєчасний посів та догляд за рослинами, захист від шкідників та хвороб. Дотримання цих рекомендацій допоможе вам виростити високі та якісні врожаї кавунів, динь, гарбузів та кабачків. Баштанні культури – це цінні харчові продукти, які багаті на вітаміни, мінеральні речовини, цукри та інші поживні речовини. Їх вирощування може бути не тільки приємним заняттям, але й вигідним бізнесом. Сподіваємося, що дана робота допоможе вам виростити баштанні культури на вашій ділянці.

Список використаної літератури

1. Технологія вирощування баштанової культури.
URL:<https://www.syngenta.ua/sites/g/files/kgtney1466/files/media/document/2023/04/06/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%89%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BA%D0%B0%D0%B2%D1%83%D0%BD%D0%B0.pdf> (дата звернення 20.08.2024)
2. Аутко А.А Технології вирощування овочевих, баштанних культур, картоплі, пряно-ароматичних та лікарських рослин. Монографія. 2021. 615с.
3. Баштанні культури: як виростити диню, гарбуз, кавун URL:
<https://yaskravaklumba.com.ua/ua/stati-i-video/simena/bahchevye-kultury-kak-vyrastit-dyniu-tykvu-arbuz> (дата звернення 20.08.2024)

Дмитро ПАВЛЕНКО*²⁹,

студент 3-го курсу,

Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування,

факультет агрономії садівництва та захисту рослин

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ВЕРОНІКА ПЛЮЩОЛИСТА ТА ЇЇ РЕГУЛЮВАННЯ В ПОСІВАХ

Анотація. У статті розглянуто проблему вероніки плющолистої (*Veronica hederifolia*) як поширеного бур'яну, що завдає шкоди сільськогосподарським культурам. Описано біологічні особливості рослини, її здатність до швидкого розмноження та вплив на врожайність культур через конкуренцію за ресурси. Розглянуто вплив бур'яна на якість та зберігання зернових культур, а також його роль як хоста для шкідників і патогенів. Особливу увагу приділено методам регулювання чисельності вероніки плющолистої в аграрних посівах, включаючи механічний, хімічний, біологічний контроль та агрономічні практики. Детально описано застосування системно-селективних гербіцидів, таких як DEFENDA Сумаро та DEFENDA Примус, їхню дію, рекомендовані норми застосування та переваги в запобіганні розвитку резистентності бур'яну. Окреслено перспективи використання інноваційних підходів, що базуються на сучасних наукових дослідженнях.

Ключові слова: вероніка плющоліста, регулювання, урожайність, методи контролю, сільськогосподарські культури.

Annotation. The article discusses the problem of ivy-leaved veronica (*Veronica hederifolia*) as a common weed that harms crops. The biological characteristics of the plant, its ability to reproduce quickly and the impact on crop yields due to competition for resources are described. The impact of weed on the quality and storage of grain crops, as well as its role as a host for pests and pathogens, is examined. Particular attention is paid to methods of regulating the abundance of Veronica ivy-leaved in agricultural crops, including mechanical, chemical, biological control and agronomic practices. The use of systemic-selective herbicides, such as DEFENDA Sumaro and DEFENDA Primus, their action, recommended application rates and benefits in preventing the development of weed resistance are described in detail. The prospects for the use of innovative approaches based on modern scientific research are outlined.

Key words: veronica ivy-leaved, regulation, yield, control methods, crops.

²⁹Науковий керівник: Окрушко С.Є., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

Вступ. Вероніка плющоліста (*Veronica hederifolia*L.) є одним з найбільш розповсюджених бур'янів, що зустрічається в аграрних посівах. Цей бур'ян може значно вплинути на врожайність сільськогосподарських культур, знижуючи їх продуктивність через конкуренцію за ресурси. Оскільки вероніка плющоліста має високу здатність до розмноження та швидкого росту, важливо розглянути ефективні методи її регулювання, щоб мінімізувати негативний вплив на посіви. Значна стійкість цього бур'яну до несприятливих умов і його здатність проростати в різноманітних типах ґрунтів робить його особливо проблематичним для фермерів. Це змушує аграріїв шукати комплексні підходи до управління бур'янами, які включають як агротехнічні, так і хімічні заходи контролю. Крім того, правильне планування сівозміни та обробітку ґрунту також відіграють важливу роль у боротьбі з цим бур'яном.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вероніка плющоліста – це однорічна, а іноді і дворічна трав'яниста рослина, яка часто засмічує посіви зернових і овочевих культур (рис. 1). Вона розповсюджена на всій території України, за винятком Карпат і Прикарпаття. Найбільш часто зустрічається в степових і лісостепових районах, а також у Поліссі. Рослина віддає перевагу низинним, зволуженим ґрунтам і затіненим місцям, і її можна зустріти на луках, городах та в садах. Перші сходи з'являються навесні, а другий раз вона сходить в серпні - жовтні. Літні та осінні сходи переживають зиму, цвітіння відбувається в квітні – травні, а плодоношення настає в червні – липні. Насіння зберігає схожість у вологому ґрунті протягом 5-7 років. Одна рослина може дати від 200 до 5000 насінин [2].

Рослина має сланке, сильно гіллясте стебло завдовжки до 20-30 см, яке іноді піднімається. Листя має форму плюща, трьох- або семилопатеве, покрите волосками і розташоване розкидисто. Квітки діаметром близько 3-4 мм мають біле або блакитне забарвлення. Плід – це стручок або багатонасінна куляста коробочка. Під час цвітіння вероніка плющоліста утворює дрібні квітки на коротких квітконіжках, які розташовані в пазухах листя. Розмножується переважно насінням, яке легко розповсюджується завдяки вітру та воді. Це сприяє її швидкому поширенню на полях, луках та у городах, роблячи її стійкою до різних умов середовища.



Рис. 1. Вероніка плющоліста

Джерело: сформовано автором на основі: [4].

Вероніка плющоліста є небажаним бур'яном, який засмічує посіви зернових та овочевих культур, а також кормових трав (рис. 2). Її шкідливість зумовлена тим, що вона розвивається швидше за культурні рослини, забираючи вологу з ґрунту і погіршуючи освітленість. Це створює несприятливі умови для росту культур. Крім того, підземні корені вероніки плющолістої можуть знижувати температуру ґрунту на 2-4 °С, що негативно впливає на культурні рослини. Зернові культури на засмічених полях мають підвищену вологість, що погіршує їх якість та умови зберігання. Окрім цього, вероніка плющоліста витісняє культурні рослини через інтенсивну конкуренцію за поживні речовини і простір для зростання, що призводить до зниження врожайності та якості продукції. Якщо не вживати своєчасних заходів для контролю бур'яну, його поширення може призвести до значних економічних збитків і зниження ефективності сільськогосподарських угідь [1].

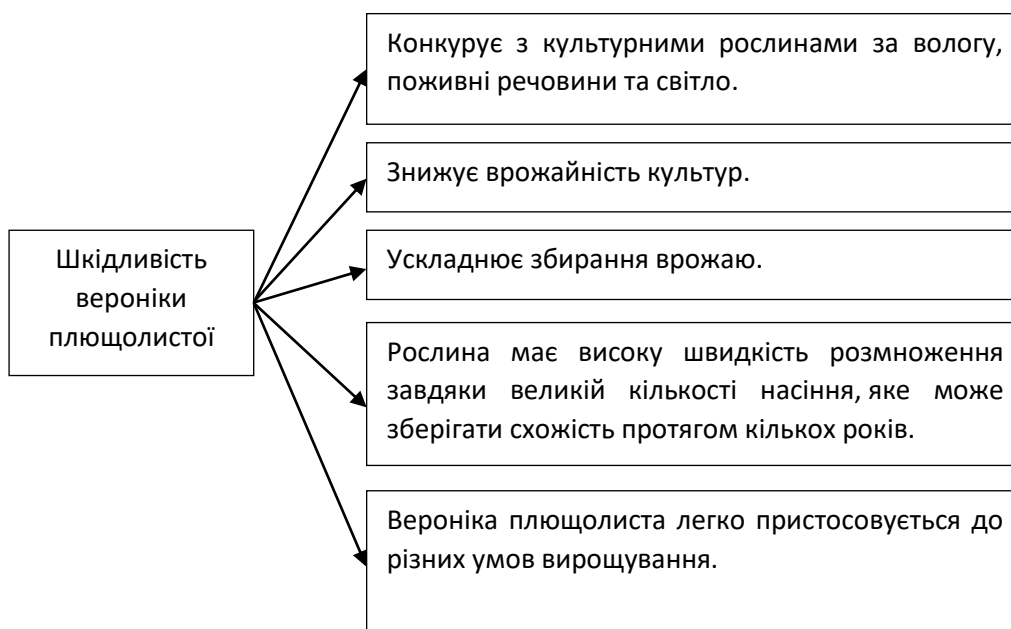


Рис. 2. Шкідливість вероніки плющолістої

Джерело: сформовано автором на основі: [3].

Вероніка плющоліста розмножується насінням, яке легко розсіюється, завдяки дрібним розмірам і здатності до тривалого збереження життєздатності в ґрунті. Насіння здатне проростати при сприятливих умовах, що робить вероніку плющолісту дуже агресивним бур'яном [6].

Вероніка плющоліста є стійкою до різних умов навколишнього середовища. Вона добре росте на вологих, злегка кислих ґрунтах, але може адаптуватися до різних типів ґрунтів. Рослина також витримує різні температурні режими, що дозволяє їй виживати в різних кліматичних зонах. Крім того, її здатність переносити затінені умови і витримувати періоди посухи робить її особливо агресивним бур'яном, здатним конкурувати з культурними рослинами за ресурси в будь-яких аграрних умовах. Вона ефективно

використовує короткі періоди сприятливих умов для швидкого розмноження, що значно ускладнює боротьбу з нею в сільському господарстві.

Вероніка плющоліста створює серйозну конкуренцію для сільськогосподарських культур за воду, поживні речовини та світло. Її швидкий ріст і розгалуження кореневої системи дозволяють їй ефективно витіснити інші рослини, що знижує їх доступ до необхідних ресурсів [7].

Завдяки високій конкурентоспроможності вероніка плющоліста може значно знижувати врожайність сільськогосподарських культур. Вона здатна затримувати розвиток культурних рослин, витісняючи їх у боротьбі за світло, воду та поживні речовини, що призводить до зниження продуктивності та якості врожаю. Це може суттєво зменшити економічну ефективність господарства, оскільки втрати врожаю потребують додаткових витрат на боротьбу з бур'яном, включаючи витрати на гербіциди, обробку ґрунту та інші заходи. Усе це може знизити рентабельність виробництва та вплинути на довгострокову стабільність аграрного бізнесу [5].

Вероніка плющоліста може виступати як хост для різних шкідників і хвороб, які можуть також негативно впливати на культурні рослини. Наприклад, вона може бути середовищем для розвитку грибкових інфекцій або шкідливих комах. Зокрема, бур'ян може слугувати джерелом патогенів, які переносяться на інші рослини, таких як фузаріоз або іржа, що знижує імунітет культурних рослин та їх здатність до росту. Крім того, вероніка плющоліста створює сприятливі умови для розмноження комах-шкідників, таких як попелиці, що можуть живитися соками культурних рослин, погіршуючи їхній стан і продуктивність.

Щоб позбутись бур'яну, використовують гербіциди, якими обробляють ґрунт відразу після появи сходів, а також у фазі росту до утворення бутонів. Пізніше рослина набирає силу та не реагує на обробку. Для боротьби з бур'янами використовують гербіциди:

DEFENDA Примус – це новітній системний препарат для післясходового застосування, розроблений для захисту озимої та ярої пшениці, ярого ячменю і кукурудзи від широкого спектру однорічних і дворічних дводольних бур'янів, включаючи ті, що стійкі до 2,4-Д та 2М-4Х. Препарат містить активні компоненти: 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д у концентрації 452 г/л та флорасулам у концентрації 6,3 г/л. Застосовується з фази третього листка до появи другого міжвузля. Препарат не має післядії на наступні культури в сівозміні. Він легко проникає в тканини бур'янів, блокуючи їхній ріст. Обробка забезпечує високу ефективність: перші ознаки впливу з'являються через 1-3 дні після обприскування, а повна загибель бур'янів настає через 1-2 тижні. Рекомендована норма застосування – 0,4-0,6 л/га.

DEFENDA Сумаро – це системно-селективний гербіцид, який застосовують для післясходової обробки кукурудзи. Він ефективно контролює

широкий спектр однорічних та дворічних бур'янів, поки вони знаходяться в стадії від сходів до формування 6–8 листків. Препарат запобігає розвитку резистентності рослин до гербіцидів групи сульфонілсечовин. Основною діючою речовиною є мезотріон, який проникає в рослинні тканини протягом 24 годин після обробки та блокує ферменти, що беруть участь у синтезі хлорофілу. Це призводить до припинення росту бур'янів, а повна їх загибель відбувається через 1-2 тижні. Для досягнення максимального ефекту рекомендується проводити одну обробку за сезон з нормою витрати гербіциду 0,25 л/га.

Розглянемо основні методи регулювання вероніки плющолистої, які можуть бути ефективними в аграрних посівах (табл. 1):

Таблиця 1

Методи регулювання вероніки плющолистої

Методи регулювання	Характеристика
Механічний контроль	Один із методів боротьби з веронікою плющолистою – механічний. Прополка і використання культур, що пригнічують бур'яни, можуть бути ефективними способами контролю. Регулярна обробка ґрунту і видалення бур'янів з посівів допомагають зменшити чисельність вероніки плющолистої.
Хімічний контроль	Використання гербіцидів є ще одним популярним методом боротьби з веронікою плющолистою. Застосування системних гербіцидів, які проникають в рослину і знищують її зсередини, може бути ефективним. Однак важливо враховувати безпеку для навколишнього середовища і дотримуватися рекомендованих норм використання препаратів.
Біологічний контроль	Біологічний контроль включає використання природних ворогів вероніки плющолистої, таких як певні види комах або патогенів, які можуть допомогти контролювати чисельність бур'янів. Дослідження в цій сфері ще тривають, але біологічний контроль має потенціал бути екологічно безпечним методом регулювання.
Агрономічні практики	Агрономічні практики, такі як сівозміна, мульчування і управління вологою і ґрунтом, також можуть допомогти в контролі вероніки плющолистої. Використання культур, що пригнічують бур'яни, і правильне управління полями допомагають зменшити можливості для росту і розмноження бур'янів.

Джерело: сформовано автором на основі:[3].

Для ефективного регулювання чисельності вероніки плющолистої в посівах рекомендуються наступні заходи:

1) Лущення на глибину 8-10 см та рання зяблева оранка з додатковим обробітком поля в літньо-осінній період. Ці методи допомагають знищити насіння та молоді сходи бур'янів, а також покращити структуру ґрунту, що ускладнює подальше проростання вероніки плющолистої.

2) Чергування культур у сівозміні, що запобігає закінченню циклу розвитку дворічників. Зміна культур на одному полі створює умови, які не сприяють стабільному розвитку бур'янів, зокрема вероніки плющолистої, і зменшує їх популяцію.

3) Ретельне знищення бур'янів на посівах культурних рослин, на необроблюваних землях та інших угіддях. Своєчасне видалення бур'янів допомагає зменшити їх чисельність і перешкоджає їх поширенню на нові ділянки.

4) Застосування гербіцидів, ефективних проти представників роду вероніка, таких як Конвізо Смарт. Використання спеціалізованих гербіцидів дозволяє цілеспрямовано боротися з веронікою плющолистою, забезпечуючи високий рівень контролю над бур'яном без негативного впливу на культурні рослини [4].

Комплексний підхід, що включає ці заходи, дозволяє зменшити чисельність вероніки плющолистої в посівах, покращити стан культурних рослин і підвищити загальну ефективність агрономічних практик [4].

Сучасні дослідження і технології постійно вдосконалюються для покращення методів контролю вероніки плющолистої. Нові гербіциди і агрономічні практики розробляються для підвищення ефективності боротьби з цим бур'яном. Дослідження також спрямовані на розробку нових методів біологічного контролю, що може забезпечити стійке і екологічно безпечне управління. Інноваційні підходи включають використання природних ворогів бур'янів, мікроорганізмів, а також технології прецизійного землеробства, які дозволяють більш точно контролювати кількість бур'янів і мінімізувати шкоду для навколишнього середовища. Такий підхід сприяє зниженню використання хімічних засобів та підвищує екологічну стійкість агроєкосистем.

Висновки. Отже, вероніка плющоліста – це рослина, яка потребує уваги та контролю в сільському господарстві. Інтегровані методи регулювання популяції рослини дозволять зберегти урожаї та зберегти біорізноманіття в посівах, забезпечуючи здоровий розвиток сільськогосподарських угідь. Вероніка плющоліста є серйозною проблемою для аграрних посівів, і її регулювання є важливим для забезпечення високої врожайності культур. Ефективні методи боротьби включають механічний, хімічний, біологічний контроль і агрономічні практики. Важливо підходити до кожного з цих методів комплексно, враховуючи конкретні умови і потреби господарства. Інноваційні дослідження і технології продовжують вдосконалювати способи регулювання вероніки плющолистої, що відкриває нові можливості для агрономів у боротьбі з цим бур'яном.

Список використаної літератури

1. Бомба М.Я. Бур'яни в посівах. Теоретичні і прикладні аспекти регулювання чисельності. *Захист рослин*. 2020. № 9. С. 2-3.

2. Бомба М.Я., Бомба М.І. Бур'яни в агрофітоценозах та екологізація заходів щодо контролювання їх чисельності. *Вісник Уманського Національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 15-20.

3. Вероніка плющоліста – Системи захисту від бур'янів.
URL:<https://superagronom.com/bur-yani-malorichni/veronika-plyuscholista-id16813>
(дата звернення: 08.09.2024).

4. Вероніка плющоліста.
URL:https://lnzweb.com/weeds/Veronica_hederifolia_L.?srsltid=AfmBOooQbeKe4wI0FN9nP7zXVmmZ3t-cpcB5fzgf0PI7mkS-nmRQL66x (дата звернення: 08.09.2024).

5. Гутянський Р.А., Попов С.І., Костромінін В.М. та ін. Вплив основного обробітку ґрунту та удобрення на забур'яненість посівів соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С. 60-68.

6. Єщенко В. О., Калієвський М. В., Накльока Ю. І., Кононенко Л. М. Проблеми бур'янів у біологічному землеробстві. Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві. Умань: Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство. 2017. С. 212–217.

Анастасія ПІДПЕРИГОРА³⁰,
студентка 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДІАГНОСТИКА СТАНУ ПОСІВУ СОЇ

***Анотація.** У цій статті описується діагностика стану посіву сої, одної з найбільш поширених культур в світі та Україні. Розглядаються головні факти діагностики. Дослідження базується на аналізі наукових публікацій, книжкових видань, практичного досвіду фахівців та результатів випробувань різних методів вирощування сої. Результати дослідження можуть бути корисними для аграрних підприємств, наукових установ, агрономів та всіх зацікавлених у сільському господарстві.*

***Ключові слова:** соя, діагностика, обстеження, моніторинг, етапи, боротьба, застосування гербіцидів, шкідники, хвороби.*

***Annotation.** This article describes the diagnosis of the condition of sowing soybeans, one of the most widespread crops in the world and in Ukraine. The main facts of the diagnosis are considered. The research is based on the analysis of scientific publications, book editions, practical experience of specialists and test results of various methods of soybean cultivation. The results of the research can be useful for agricultural enterprises, scientific institutions, agronomists and all those interested in agriculture*

³⁰Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

Key words: *soybean, diagnosis, examination, monitoring, stages, control, use of herbicides, pests, diseases.*

Вступ. Соя-однорічна трав'яниста культурна рослина родини бобових, на вигляд подібна до квасолі, одна з прадавніх їстівних культур. Насіння сої містить 35-45 % білків, 17-25 % жиру, 1-2 % лецитину, 5-6 % зольних речовин і вітамінів. З насіння виготовляють багато харчових продуктів, наприклад, борошно, олію, крупи, соєве молоко, сурогат кави. Із зелених бобів – багато корисних страв та різні консерви. Використовують теж як корм худобі. Заразом жом використовують для виробництва біопалива. Соя – культура мусонного клімату, має підвищені потреби у волозі і теплі. Потреба в теплі підвищується від проростання насіння до висходу, а потім до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання вимоги до температури трохи знижуються.

Соя належить до царства рослини (Plantae), до родини бобові (Fabaceae); входить до роду соя (Glucine). У сої стрижнева коренева система. Головний корінь грубий, короткий, бічні корінці зазвичай тонкі, довгі, проростають у ґрунт на глибину до 2 м, висота стебла від 20 см до 2 м.

У сортів, поширених в Україні від 40 см до 1 м. Воно або грубе і товсте (діаметром завбільшки 11-13 мм) або ніжне і тонке (3-4 мм), прямостояче чи сланке, іноді витке, злегка колінчасто-зігнуте, добре гілкується. Бічні гілки завдовжки до 10-18 см, відхиляються від стебла під різним кутом і утворюють з 5-10 гілок різної форми кущ - розлогий, напіврозлогий або стиснутий. Стебло і гілки вкриті білими, бурими, жовтими волосками. При дозріванні стебло жовтіє, стає буро-жовтим чи рудим. Плоди – боби, за формою – прямі, мечеподібні, злегка зігнуті, шабле- або серпоподібні, плоскі чи опуклі, з гладенькими або чіткоподібними стулками. Мають світле, коричневе чи буре забарвлення, з рудуватим опушенням, довжиною 3-7 см і шириною 0,5-1,5 см. Стручок містить 1-4 насінин.

Регулярне та заплановане обстеження посівів культури є необхідним заходом для своєчасного реагування на проблеми, що можуть виникнути під час дозрівання культури

Протягом вегетаційного періоду здійснюється регулярний догляд за посівами рослини, на ділянках посіву проводять різні технологічні та хімічні операції. Тому систематичне обстеження посівів забезпечує своєчасне знешкодження у разі виникнення існуючої проблеми. Зазвичай одного обстеження на тиждень вистачає для виявлення проблем і прийняття рішення щодо потреби вжиття необхідних заходів. Також обов'язкове обстеження потрібне після несприятливих природних умов (дощ, град); також є необхідність перевірки дії після внесення продукту (ЗЗР, добрив тощо) для виявлення його ефективності. Ведення записів усіх операцій, що виконуються в процесі вирощування сої, є необхідним заходом, що дає змогу аналізувати агрономічний досвід та контролювати витрати. Кожне поле має свої особисті характеристики, а вдосконалення агрономічного досліду для кожної ділянки дає

змогу отримати ефективні вирішення, що є передумовою гарних фінансових результатів. Виробничі витрати та ціни для перспективних покупців змінюються із року в рік, тож шляхом оптимізації агрономічного досвіду й контролювання витрат можна досягти максимального прибутку. Рекомендується вести записи обстежень по кожному полю від основного обробітку ґрунту до збирання врожаю (Книга історії полів). Крім того, бажано фіксувати всі витрати, пов'язані з вирощуванням культури, для визначення фінансових витрат.

Основні етапи та мета моніторингу:

1. До сівби. Варто обстежити поле на наявність ґрунтових шкідників, усіх бур'янів та їхній видовий склад.

2. Повні сходи. Ефективність досходових гербіцидів, сходи та отримана густина посіву, наявність та видовий склад бур'янів, необхідність застосування післясходових гербіцидів. Фітосанітарний стан посівів.

3. Розвиток та змикання міжрядь. Ефективність післясходових гербіцидів, необхідність та ефективність міжрядної культивуації. Фітосанітарний стан посівів.

4. Цвітіння, формування бобів, налив насіння. Хвороби й шкідники, додаткові захисні та контрольні заходи, загальний стан культури.

5. Збирання врожаю. Час збирання врожаю, необхідність десикації.

Обстеження посівів сої на бур'яни та вплив гербіцидів на культуру.

Точне визначення бур'янів і вживання заходів на ранніх етапах є першорядними умовами успішної боротьби з ними. Первинні проблеми, пов'язані з бур'янами, слід визначати, зареєструвати на місцевості для кожного окремого поля. Для забезпечення ефективної боротьби із бур'янами необхідний диференційований підхід в розрізі полів. Потрібно контролювати й вести облік ефективності комплексної боротьби з бур'янами та, в протилежному випадку, вжити виправних заходів. Найкращим підходом є правильно спланована програма комплексної боротьби з бур'янами, що передбачає аналіз у польових умовах і поєднання біологічних, механічних та хімічних методів контролю. Успіх вирощування цієї культури часто залежить від ефективної боротьби з бур'янами. При цьому ефективність хімічних методів боротьби з бур'янами зазвичай залежить від правильного підбору відповідних гербіцидів та їхнього застосування в потрібний час. Вибір гербіцидів, головним чином, залежить від різновиду бур'янів на полі, знання спектрів активності гербіцидів, властивостей ґрунту, погодних умов. Тобто обстеження поля є дуже важливим фактором успішного гербіцидного захисту. Деякі гербіциди можуть негативно впливати на дозрівання врожаю, коли деякі умови навколишнього середовища зменшують здатність культурної рослини протидіяти пошкодженням. Слід уникати застосування гербіцидів на рослинах сої, що перебувають у стресових умовах або схильні до пошкодження. Пошкодження гербіцидами у полі часто є відображенням певної моделі воно часто проявляється смугами, на краях поля або за рухом обприскувача та іншими чинниками, пов'язаними з ґрунтом. Іноді

вважають, що гербіциди призводять до пошкоджень рослини, які насправді виникли через інші фактори, що викликають подібні ознаки. Ознаки пошкоджень можуть відрізнятися залежно від форми дії гербіциду на рослину (грунтовий чи страховий). У разі пошкодження сої гербіцидами важливо звертати на це увагу та задокументувати: першу дату прояву фітотоксичності, пошкоджені частини рослин і ступінь пошкодження, швидкість та ступінь відновлення рослин, знесення гербіцидів у полі, повторне застосування в кінці або по всьому полю, зв'язок між ознаками пошкодження і кількістю розпилювачів зі спустошеними резервуарами, пошкодження у вигляді рівномірних смуг, спричинене форсунками, пошкодження на різних типах ґрунтів, ознаки на шкідниках. Потрібно правильно відрізнити ознаки фітотоксичності від ураження шкідниками, хворобами та продуктами не ЗЗР.

Шкідники та хвороби: моніторинг посівів сої. Сою уражає майже 50 хвороб, з них більше 30 грибних, 10 – бактеріальних і 6 вірусних, які проявляються на всіх фазах росту і розвитку рослин – починаючи з проростання насіння до повної стиглості. На сої спостерігається пошкодження більше 115 видів шкідників протягом вегетаційного періоду. У боротьбі зі шкідниками варто розглядати такі заходи:

Поля слід систематично та якісно оглядати на наявність шкідників.

Контрольні заходи слід вживати лише тоді, коли кількість шкідників наближається до економічного порогу шкодності (ЕПШ), що впливає на рівень прибутку.

Витрати на застосування пестицидів (додатково фунгіцидів та інсектицидів) на полі з низьким потенціалом урожайності можуть бути не виправданими.

За результатами обстеження посівів та видів виявлених шкідників потрібно застосовувати інсектициди Альтрон, Атік, Бомбардир Дуо, Кайрос, Октакт Турбо, Міральд у рекомендованих виробником нормах.

Як проводити обстеження посівів сої для визначення структури урожайності перед збиранням. Правила моніторингу

Обстеження проводиться на основному посіві.

Проводиться підрахунок всіх рослин на відстані 1 погонний метр в 2 суміжних рядках, з подальшим обрахунком по кожній рослині кількості вузлів, продуктивних бобів, непродуктивних бобів та кількості гілок.

Значення кількості абортіваних бобів на ґрунті біля кожної рослини визначається приблизно для всього поля, шляхом безпосереднього обрахунку кількості абортіваних бобів.

Для перерахунку отриманих показників на 1 гектар відповідне середнє значення необхідно перемножити на коефіцієнт перерахунку, що залежить від ширини міжряддя (див. Таблицю).

Для розрахунку частки абортів бобів на 1 гектар необхідно розділити суму середніх значень абортів бобів на ґрунті і непродуктивних бобів на рослині на суму середніх значень продуктивних бобів та непродуктивних бобів на рослині а також абортів бобів на ґрунті.

Результати обстеження занотовуються в таблицю та вираховуються необхідні середні та відсоткові значення.

Кількість рослин сої, сформованих вузлів та бобів, ступеню гілкування (середнє значення кількості гілок) дає розуміння про структуру індивідуальної продуктивності рослини перед збором культури. Співвідношення кількості продуктивних бобів на 1 га до кількості вузлів на 1 га $>2x$ вважається нормальним для формування максимального потенціалу врожайності цієї культури. Значення частки абортів бобів вказує на потенціал культури і може використовуватись для обґрунтування інвестицій та замінені технології вирощування культури.

Для розрахунку поточної врожайності перемножте значення кількості рослин на 1 га, усереднене значення кількості продуктивних бобів на 1 рослині, усереднене значення кількості зерен в одному бобі та масу 1000 зерен.

Для розрахунку потенційної врожайності перемножте значення (а) кількості рослин на 1 га, усереднене значення кількості всіх (продуктивних, непродуктивних та абортів) бобів на 1 га, усереднене значення кількості зерен в одному бобі та масу 1000 зерен. Збирання врожаю може бути найпроблематичнішим етапом під час вирощування сої. Втрати можуть сягати 30% від біологічного врожаю внаслідок невідповідного проведення збирання. Неправильно відрегульовані комбайни та недостатньо професійні оператори є основними причинами високих втрат урожайності. Загалом, успішний збір врожаю залежить від належного контролю.

Обстеження посівів сої на бур'яни та вплив гербіцидів
(гербіциди, та ознаки фітотоксичності)

Динітроаніліни (пендиметалін): Уповільнене проростання, здуті та тріснуті гіпокотилі, короткі латеральні корінці й низькорослість рослини. Після досхової обробки, у прохолодних та надмірно вологих умовах, на стеблі рослини може з'явитися калусна тканина, що утворюється внаслідок бризок ґрунту, після чого виникає пошкодження стовбура і вилягання.

Хлорацетаміди (диметенамід-П, с-метолахлор): Уповільнений ріст рослини та серцеподібні листки, викликані гальмуванням росту середньої жилки у листочках. Такі ознаки, як правило, розвиваються в прохолодних і вологих умовах та за високих темпів росту.

Інгібітори фотосинтезу, фотосистема (метрибузин): Хлороз і некроз на краях листя та міжжилковий хлороз на старішому листі. Висів на невелику глибину й сильні опади можуть збільшити відсоток пошкодження рослини.

Регулятори росту рослин (дикамба, 2,4-D, клопіралід): Пошкодження стає помітним на новоутвореній тканині або листі. Ознаки пошкодження

включають пригнічення росту та гальмування розвитку корення, неправильний розвиток коренів, низькоросле й чашоподібне листя, стягування жилок, скручування стебел і черешків (епінастія). Пошкодження може бути спричинене забрудненням бака та знесенням препаратів.

ALS інгібітори (імідазоліони та Сульфонілсечовини, наприклад, імазамокс, тифенсульфурон. Метил). Уповільнений ріст рослин, пожовкле листя або хлороз країв листя, колір жилок від пурпурового до темно-червоного на нижній частині листка. Повільний розвиток симптомів після позакореневого підживлення. Може бути спричинене знесенням препаратів, їх неправильним застосуванням та забрудненням бака. Надмірне навантаження на навколишнє середовище може збільшити ймовірність пошкодження, спричиненого використанням імазамоксу і тифенсульфурону.

Пігмент (кломазон, мезотріон, темботріон): Втрата кольору та етіоляція рослин, що може викликати розвиток некрозу. Пошкодження з'являється внаслідок розбризкування або знесення препаратів, симптоми з'являються у новоутвореній тканині.

Висновок. Діагностика є важливим етапом у вирощуванні цієї культури, що дозволяє швидко виявити проблеми та прийняти заходи для їх вирішення. Важливо провести візуальний огляд посіву для оцінки рівномірності сходів та густоти посіву. Це дозволяє використовувати проблеми на ранніх етапах, такі як нерівномірний розподіл вмісту, низька схожість або пошкодження рослин. Отже, для отримання гарного врожаю потрібно: правильне визначення бур'янів і вживання заходів на ранніх етапах.

Регулярне та сплановане обстеження посівів сої є необхідним заходом для своєчасного реагування на виклики, що можуть виникнути під час вирощування культури.

Список використаних джерел

1. Відомості про культуру. URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%8F_%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B0(дата звернення: 01.09.2024).

2. Діагностика посіву сої. URL: <https://superagronom.com/articles/735-monitoring-posiviv-soyi-yak-zrobiti-pravilno-etapi-meta-obstejen-ta-zahist-posiviv>(дата звернення: 01.09.2024).

3. Діагностика стану посіву сої. URL: <https://www.lnz.com.ua/news/monitoring-posiviv-soi-etapi-meta-obstezen-ta-zahist-posiviv>(дата звернення: 30.08.2024).

4. Додаткові відомості. URL: <https://eos.com/uk/blog/vyroshchuvannia-soi/>(дата звернення: 30.08.2024).

Валентин КОСТУР³¹,
студента 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ПОШИРЕНІСТЬ ЗВИЧАЙНОГО ПАВУТИННОГО КЛІЩА (*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.) У ПОСІВАХ СОНЯШНИКА

Анотація. У статті досліджуються проблеми, пов'язані із звичайним павутинним кліщем, який, раніше пошкоджував переважно сою та плодові дерева, тепер став загрозою для посівів соняшника через зміни клімату. Підвищення температур і часті посухи створюють сприятливі умови для розмноження кліща на нових рослинах. Павутинні кліщі оселяються на нижній стороні листя, де утворюють павутину і висмоктують соки рослин. Це викликає втрату хлорофілу і передчасне засихання листя, що призводить до зниження врожайності. Наразі ефективний контроль за цим шкідником передбачає регулярний моніторинг і обробку акарицидами, які забезпечують тривалий захист і витривалі до високих температур. З огляду на складність контролю кліща через його біологічні особливості, важливо використовувати лупи або мікроскопи для точного виявлення. Також рекомендується обприскувати рослини водою для підтримання вологості і запобігання розмноженню кліщів. Для боротьби з павутинним кліщем застосовують агротехнічні, хімічні та біологічні методи. Серед агротехнічних заходів рекомендуються сівозміна та розпушування ґрунту. Хімічні методи включають використання акарицидів, а біологічні – застосування хижих кліщів, що є природними ворогами павутинного кліща.

Ключові слова: звичайний павутинний кліщ, посіви соняшника, шкідники соняшника, хімічний захист, біологічний захист, агротехнічні заходи.

Annotation. The article explores issues related to the common spider mite, which, previously affecting mainly soybeans and fruit trees, has now become a threat to sunflower crops due to climate change. Rising temperatures and frequent droughts create favorable conditions for the mite's proliferation on new plant species. Spider mites settle on the underside of leaves, where they create webs and suck plant juices. This causes chlorophyll loss and premature leaf desiccation, leading to reduced yield. Effective control of this pest now requires regular monitoring and treatment with acaricides, which provide long-lasting protection and are resilient to high temperatures. Given the complexity of controlling the mite due to its biological characteristics, it is important to use magnifying glasses or microscopes for accurate detection. It is also recommended to spray plants with water to maintain moisture

³¹Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки генетики та захисту рослин ВНАУ

and prevent mite proliferation. Control methods for spider mites include agronomic, chemical, and biological approaches. Agronomic practices such as crop rotation and soil cultivation are recommended. Chemical methods involve the use of acaricides, while biological methods include the application of predatory mites, which are natural enemies of spider mites.

Keywords :common spider mite, sunflower crops, sunflower pests, chemical control, biological control, agronomic measures.

Вступ. Звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) є одним із найбільш розповсюджених і небезпечних шкідників в агрономії. Цей дрібний арахнід, відомий своєю здатністю швидко розмножуватися і завдавати значних ушкоджень рослинам, за останні кілька десятиліть набув особливої актуальності у контексті посівів соняшника. Хоча традиційно павутинний кліщ вражав такі культури, як соя, овочі та плодові дерева, останні зміни кліматичних умов сприяли його розширенню на нові види рослин, зокрема на соняшник.

На сьогоднішній день боротьба з павутинним кліщем є складним завданням. Хоча існують хімічні засоби для контролю, такі як акарициди, їх ефективність може бути обмежена через резистентність кліщів і необхідність частих обробок. Акарициди мають свої переваги, зокрема тривалий захисний ефект і стійкість до високих температур, але їх використання вимагає регулярного моніторингу і правильного застосування.

На ранніх стадіях ураження рослини можуть не демонструвати значних ознак пошкодження, але з часом інфекція поширюється, викликаючи пожовтіння листя, його передчасне висихання та зменшення кількості та якості насіння. Контроль над павутинним кліщем стає все більш актуальним завданням для аграріїв, оскільки зміни клімату сприяють його поширенню.

Метою даної статті є аналіз біологічних особливостей звичайного павутинного кліща, його впливу на посіви соняшника та методів боротьби з ним, зокрема агротехнічних та хімічних заходів, для зниження шкодочинності цього шкідника й підвищення врожайності культури.

Виклад основного матеріалу. Звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) – один із найпоширеніших шкідників у сільському господарстві, який завдає значних збитків різноманітним культурам. До недавнього часу павутинні кліщі не мали значного впливу на посіви соняшника, оскільки віддавали перевагу таким культурам, як соя, овочі та плодові дерева. Проте зміна кліматичних умов, зокрема підвищення середньорічних температур і періодичні посухи, створили сприятливі умови для розповсюдження кліща на нові види рослин, серед яких опинився і соняшник.

Павутинні кліщі зазвичай заселяють нижню сторону листків, де створюють своєрідну павутину, що слугує їм захистом. Вони живляться рослинними соками, проколюючи епідерміс листка. Спочатку на місці проколів з'являються дрібні світло-зелені плями, які згодом об'єднуються, утворюючи знебарвлені ділянки, так звану «мармуровість» листків. Це спричиняє підвищене випаровування вологи,

втрату хлорофілу та порушення функцій листкової тканини. У результаті рослини затримуються в рості, їхні листки передчасно засихають і опадають, а стебла можуть навіть загинути. Рослини іноді завершують вегетацію раніше часу, що може призвести до значного зниження врожаю, особливо якщо поля вже ослаблені посухою(рис.1) [1].

Для ефективного захисту соняшникових посівів від павутинного кліща необхідно постійно здійснювати моніторинг. Якщо в фазі 2-6 листків виявляється зараження понад 10% рослин, необхідно негайно проводити обробку акарицидами.



Рис.1 Павутинний кліщ у посівах соняшнику[2]

На відміну від інсектицидів, акарициди діють не лише на дорослих особин, але й контролюють яйця, личинки та німфи. Це дозволяє забезпечити тривалий захисний ефект – до 30 днів. Крім того, акарициди є стійкими до високих температур і сонячного випромінювання, що робить їх ефективними навіть в умовах спекотного літа.

Павутинний кліщ є складним шкідником для контролю через свої біологічні особливості. Його пошкодження часто можна переплутати з наслідками посухи або інших хвороб. Для точного виявлення кліщів рекомендується використовувати лупу або мікроскоп. Одним з простих методів є струшування кліщів на білий папір і спостереження за їх рухом. Такий підхід допоможе своєчасно виявити шкідника і запобігти серйозним втратам врожаю (рис.1) [2].

Біологічні особливості та поширення. Звичайний павутинний кліщ є поліфагом, тобто він може житися багатьма видами рослин. Кліщі пошкоджують рослини, висмоктуючи з них соки, що призводить до деградації листкової поверхні та порушення процесів фотосинтезу. Пошкоджені листки спочатку жовтіють, потім набувають бурого відтінку і передчасно засихають, що значно знижує продуктивність соняшника.

Для попередження появи павутинного кліща на рослинах важливо регулярно обприскувати їх водою, підтримуючи достатню вологість. Це створює несприятливі умови для кліщів, оскільки вони віддають перевагу сухому середовищу. Якщо ж кліщі вже з'явилися, необхідно негайно ізолювати уражену рослину, перемістивши її в прохолодне місце [3].

Розвиток кліща залежить від погодних умов. Сухі й спекотні періоди, особливо в червні, сприяють швидкому збільшенню чисельності кліща. Висока температура та низька вологість активізують розмноження цього шкідника, збільшуючи кількість шкідливих стадій його життєвого циклу, які активно пересуваються й поширюються на інші рослини. За сприятливих умов кліщ здатен утворювати великі колонії за короткий час, що може призвести до катастрофічних наслідків для врожаю.

Зростання загрози через кліматичні зміни. Останнім часом зміни клімату стали вирішальним фактором у поширенні звичайного павутинного кліща. Раніше кліщі рідко зустрічалися на посівах соняшника в Україні, але через глобальне потепління ці шкідники почали активно заселяти й нові види рослин. Різке підвищення температури повітря в літні місяці та нерівномірний розподіл опадів створили ідеальні умови для їх розвитку. Як наслідок, фермери дедалі частіше стикаються з проблемою зараження полів соняшника кліщем.

Зважаючи на поточні тенденції потепління, інтенсивність розмноження павутинного кліща на полях соняшника буде тільки зростати. Особливо критичними є періоди високих температур, коли активність кліщів досягає свого піку, а рослини зазнають значних втрат через високу шкоду чинність цього шкідника.

Шкодочинність та вплив на врожай. Основна шкода, яку завдає звичайний павутинний кліщ соняшнику, полягає в ураженні листя. У результаті живлення кліща рослина втрачає здатність до нормального фотосинтезу, що значно впливає на її загальний розвиток і продуктивність. Пошкоджені рослини слабнуть, погано формують насіння, що може призвести до значного зниження врожайності. У деяких випадках втрати врожаю можуть сягати 30-50%.

Також уражені кліщем рослини стають більш вразливими до інших шкідників і хвороб. Зокрема, павутинний кліщ сприяє поширенню грибкових захворювань, які ще більше погіршують стан посівів.

Методи боротьби з павутинним кліщем. Народні методи, такі як використання господарського мила, часнику чи цибулі, на жаль, малоефективні проти павутинного кліща. Безпечних для людини акарицидів не так багато, проте в магазинах можна знайти готові препарати для боротьби з кліщами на кімнатних рослинах. Одними з найбільш безпечних у приміщеннях вважаються препарати авермектинової групи, такі як Актофіт, Фітоверм, Вермітек. Ці засоби досить ефективні за умови правильного використання, однак вони не впливають на яйця кліща, тому необхідна повторна обробка [4].

Після обробки рослину необхідно помістити на карантин, подалі від інших кімнатних рослин, у затінене місце. Після приблизно трьох тижнів, коли рослина почне відновлюватися, її можна повернути на постійне місце [5].

Для контролю над популяцією павутинного кліща використовують комплексний підхід, який включає агротехнічні, хімічні та біологічні методи. Найбільш ефективними заходами є:

1. Агротехнічні методи:

- Сівозміна: Часта зміна культур допомагає знизити кількість шкідників, оскільки кліщі віддають перевагу певним рослинам і не мають можливості швидко адаптуватися до нових умов.

- Регулярне розпушування ґрунту: Цей захід сприяє знищенню кладок кліщів і зменшенню їхньої чисельності [5].

2. Хімічні методи:

- Використання акарицидів (препаратів для боротьби з кліщами) дозволяє швидко і ефективно контролювати чисельність шкідника на великих площах. Проте важливо дотримуватися рекомендацій щодо чергування препаратів для уникнення резистентності кліщів до хімікатів. При температурі +19 °С і нижче акарициди діють менш ефективно, тому оптимальна температура для обробки – вище +21 °С. В умовах температури +21 °С рекомендується проводити мінімум три обробки з інтервалом у 8 днів. Якщо температура піднімається до +30 °С, кількість обробок збільшують до 3-4 разів з інтервалом 4-5 днів. Це пов'язано з тим, що при високих температурах цикл розвитку кліщів скорочується, і нові особини можуть швидко розмножуватися, відкладаючи яйця[6].

3. Біологічні методи:

- Застосування хижих кліщів, наприклад, *Phytoseiulus persimilis*, які виступають природними ворогами звичайного павутинного кліща, є ефективним і екологічно безпечним способом контролю чисельності цього шкідника. Ці хижаки активно поїдають павутинних кліщів на всіх стадіях їх розвитку, що допомагає знизити популяцію шкідника без використання хімічних препаратів. Окрім того, цей метод сприяє підтриманню природного балансу в агроценозі, не впливаючи негативно на інші корисні організми. Інтеграція біологічного контролю з іншими методами захисту дозволяє значно зменшити кількість застосованих пестицидів і покращити екологічну стійкість господарств.

Висновки. Звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) став серйозною загрозою для посівів соняшника, особливо в умовах змін клімату, таких як підвищення температури та часті посухи. Цей шкідник, завдаючи значних пошкоджень рослинам, сприяє зниженню врожайності через порушення процесів фотосинтезу та передчасне засихання листя. Ефективна боротьба з павутинним кліщем вимагає комплексного підходу, який включає постійний моніторинг, застосування акарицидів, дотримання агротехнічних заходів та використання біологічних методів, зокрема хижих кліщів як природних ворогів.

Враховуючи швидке поширення павутинного кліща у посівах соняшнику, а також його стійкість до несприятливих умов, фермерам необхідно розробляти ефективні стратегії захисту, що враховують екологічні аспекти та адаптовані до сучасних умов сільського господарства. Лише за умови впровадження цих заходів можна мінімізувати втрати врожаю і забезпечити стійке виробництво соняшника в умовах зростаючої загрози від шкідників.

Список використаної літератури

1. Посіви соняшнику –павутинний кліщ. Режим доступу: URL: <https://odesa.consumer.gov.ua/?p=2150> (дата звернення 10.09.2024)
2. Kysylchuk A., Zakharchenko E., Rudskan., Bolshakov Y., Kriuchko L., Berdin S., Hluplak Z., Burko L., Tkachenko R., Hnitetskyi M., Zubko O. The share of sunflower in the structure of cultivated areas of Ukraine in pre-war and wartime. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol 18. P 18–22.
3. Гречко, Н. П. Хімічні та біологічні методи захисту рослин від павутинного кліща. *Сільське господарство і сучасність*, 2018. вип. 5, с. 34-41.
4. Іванченко, О. В. Методи боротьби з павутинним кліщем у посівах соняшника. *Агроекологічний вісник*, 2020. № 3, с. 56-62.
5. Науменко, М. Г. Агротехнічні заходи для зниження чисельності павутинного кліща в соняшнику. *Сучасне землеробство*, 2022, вип. 2, с. 18-24.
6. Заходи засобу від шкідника. Режим доступу: URL: <https://superagronom.com/shkidniki-akariformni-acariformes/pavutinni-klisch-id16683> (дата звернення 08.09.2024)

Максим БІЛОСТЕГНЮК³²,

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

ШКОДОЧИННІСТЬ БУР'ЯНІВ НА ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Анотація. Стаття детально описує механізми шкодочинності бур'янів, включаючи конкуренцію за ресурси (воду, світло, поживні речовини), поширення хвороб і шкідників, а також ускладнення збирання врожаю. Наведено перелік найбільш поширених бур'янів, що становлять загрозу для озимої пшениці, та проаналізовано їхні особливості. Для ефективного контролю за бур'янами використовують агротехнічні, біологічні та хімічні методи боротьби. Однак важливо враховувати екологічні аспекти та зменшувати використання хімічних засобів, зберігаючи родючість ґрунту та біорізноманіття.

Ключові слова: бур'яни, озима пшениця, шкодочинність, боротьба, агротехніка, гербіциди, урожайність.

Annotation. The paper describes in detail the mechanisms of weed damage, including competition for resources (water, light, nutrients), the spread of diseases and pests, and the difficulty of harvesting. The list of the most common weeds that pose a threat to winter wheat is given, and their features are analyzed.

³²Науковий керівник: Окрушко С.Є., канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

Agrotechnical, biological and chemical methods of control are used for effective control of weeds. However, it is important to consider environmental aspects and reduce the use of chemicals, preserving soil fertility and biodiversity.

Keywords: *weeds, winterwheat, harmfulness, control, agricultural technology, herbicides, productivity.*

Вступ. Бур'яни ростуть поруч із культурними рослинами та їхній вплив на врожай є негативним. Особливо гостро ця проблема стоїть у посівах озимої пшениці, однієї з найважливіших зернових культур в Україні. Тому контроль бур'янів на її полях є важливим завданням для забезпечення стабільних та високих врожаїв цієї культури.

Попри значні досягнення в технології її вирощування, з кожним новим вегетаційним періодом постають нові проблеми, які потрібно обов'язково враховувати, орієнтуючись на майбутній урожай. Одна з актуальних проблем – зміна температурних режимів повітря, яка призводить до дефіциту вологи в ґрунті, і не тільки. Потепління клімату відчутно впливає на сучасний агрофітоценоз, і цей чинник не варто недооцінювати [1].

Проблемою залишається й забур'яненість посівів культури, яка в умовах потепління клімату достатньо відчутна. Причому недотримання відповідних вимог щодо дотримання сівозміни й значне насичення орних земель посівами озимих культур призводять до накопичення на полях значної кількості специфічних озимих бур'янів, таких як метлюг і, особливо, види зимуючих бур'янів, сходи яких з'являються вже восени.

Існує велика різноманітність бур'янів, які можуть зустрічатися на посівах озимої пшениці. Найбільш поширеними є:

Однорічні злакові бур'яни: мишачий горошок, куряче просо, вівсюг звичайний та ін. Вони швидко розвиваються, утворюють велику кількість насіння і затінують культурні рослини.

Однорічні широколисті бур'яни: редька дика, ромашка непахуча, зірочник середній та ін. Активно конкурують з пшеницею за воду та поживні речовини.

Багаторічні злакові бур'яни: пирій повзучий, костриця лучна, тонконіг лучний та ін. Мають потужну кореневу систему, яка виснажує ґрунт і ускладнює боротьбу з ними.

Багаторічні широколисті бур'яни: осот рожевий, кульбаба лікарська, мати-й-мачуха та ін. Розмножуються як насінням, так і вегетативно [2].

А найбільш шкодо чинними є зимуючі бур'яни у посівах пшениці озимої – глуха кропива, грицики польові, зірочник середній, кучерявець Софії, мак-самосійка, метлюг звичайний, підмаренник чіпкий, ромашка, сокирки польові та інші.

Проведення весняних робіт 2023 року ускладнилася тим, що зима супроводжувалася довготривалими відлигами, що призводило до тимчасового відновлення вегетації як пшениці, так і бур'янів [3].

Якщо на пізніх посівах унаслідок цього спостерігали наростання вегетативної маси та збільшення коефіцієнта кущення, то для ранніх і оптимальних термінів посівів тривалі відлиги з короточасним зниженням температур до мінусових значень провокували ослаблення та зниження морозостаємості у рослин озимої пшениці. Тим часом бур'яни розвивали вегетативну масу [4].

В умовах теплої зими спостерігаємо збільшення засміченості посівів зернових культур зимуючими видами бур'янів: метлюг звичайний, лисохвіст мишохвостиковий, талабан польовий, грицики звичайні, кучерявець Софії, підмаренник чіпкий, мак дикий, волошка синя, ромашка непахуча, сокирки польові, які мають поширення по всій території України.

Найбільш шкідливим об'єктом у посівах пшениці озимої є широко поширений багаторічний коренепаростковий бур'ян осот рожевий. Лише наявність у посіві однієї рослини осоту рожевого зменшує врожайність на 0,1 т/га, а осоту польового – на 0,04 т/га; 10-11 рослин осоту рожевого на 1 м² спричиняє 20% втрат урожаю зерна культури, 18-20 штук на 1 м² – до недобору зерна на рівні 60-70% [5].

Наявність пирію повзучого у посівах пшениці озимої в кількості 5 шт./м² призводить до зменшення врожаю зерна на 0,5-0,6 т/га.

Дуже шкідливим у посівах культури є підмаренник чіпкий (Рис. 1), урожайність від якого зменшується на 5% уже за наявності однієї рослини на 1 м² [7].



Рис.1 . Підмаренник чіпкий у посівах пшениці озимої.

Також у посівах часто зустрічаються ярі ранні бур'яни, насіння яких здатне проростати рано навесні за відносно низької температури ґрунту: гірчиця польова, редька дика, гречка татарська, лобода біла й інші.

Дані щодо втрат урожаю пшениці озимої від наявності бур'янів дуже різні. Звичайно, якщо не проводити гербіцидної обробки, то можна повністю втратити врожай [6].

Восени після висівання пшениці озимої, зазвичай, складаються сприятливі умови для розвитку не тільки сходів рослин культури, а й її конкурентів – бур'янів.

Якщо вчасно не знищити цих «суперників», вони активно ростимуть і розвиватимуться до початку зимового періоду. Завдяки утворенню великої біомаси, ці бур'яни матимуть можливість безперешкодно перезимувати.

Шкідливість сегетальної рослинності восени потрібно контролювати під час найуразливіших, ранніх, етапів органогенезу пшениці озимої, починаючи від появи проростків або сходів.

Озимий бур'ян метлюг звичайний (Рис. 2) – один із найнебезпечніших злакових бур'янів. Більшість виробників гадає, що метлюг не надто загрожує озимій пшениці. Причина такого ставлення в тому, що в перший період вегетації відрізнити сходи метлюга від сходів пшениці може тільки фахівець відповідної кваліфікації. Протягом усього періоду вегетації бур'ян майже непомітний у посіві, і лише перед збиранням він випереджає культурні рослини в рості, проникає у верхній ярус і швидко викидає волоть. На жаль, більшість агрономів помічає цей бур'ян у посівах лише в короткий період перед збиранням, коли змінити ситуацію вже неможливо [8].



Рис. 2 Метлюг звичайний.

Контролювати злакові бур'яни в посівах зернових культур особливо складно. Злакові бур'яни набагато ближче до зернових культур, ніж дводольні, тому протизлаковий препарат повинен мати виключну селективність до зернових. Нестабільні погодні умови навесні під час застосування гербіцидів можуть викликати стрес у рослин культури, а відтак ще більшу чутливість до будь-якого зовнішнього впливу, зокрема й до обробки гербіцидами.

Якщо у посівах наявні такі проблемні бур'яни, як підмаренник чіпкий, ромашка, волошка, осот та інші, що спричиняють зниження врожайності культур, рекомендується проводити гербіцидний захист [9].

Суттєво впливають на зменшення засміченості полів бур'янами основні прийоми обробітку ґрунту, тож восени комплекс захисних заходів слід розпочинати саме з них.

Один із способів зменшення потенційної забур'яненості – це провокування до проростання насіння бур'янів у той час, коли на полі немає культурних рослин. Після проростання сходи бур'янів знищують дискуванням, культивацією, неглибокою оранкою. Цими операціями можна легко позбутися, насамперед, однорічних бур'янів, насіння яких легко проростає. Також уповільнять свій розвиток і відчують стрес і вегетуючі дво- і багаторічні види. Потім варто закріпити цей ефект оранкою на глибину до 22 см. І таку підготовку ґрунту доцільно починати без розриву в часі після збирання попередника [10].

Слід зазначити, що ті господарства, які не дотримуються такого підходу (можливо, через економію ресурсів, пального, або ж попередник зібрали пізніше), за два три дні до висівання зернових, площу дискують на глибину висіву насіння (наприклад, озимої пшениці 3–4 см), у подальшому отримують сходи бур'янів одночасно зі сходами культури.

Якщо вже було допущено наростання бур'янів у посівах восени, то експерти, в такому випадку рекомендують застосувати хімічний метод боротьби з бур'янами.

Щоб ефективність боротьби була висока, потрібно враховувати певні особливості осінньої обробки. Знищувати бур'яни слід на початкових етапах їхнього розвитку. Необхідно застосовувати гербіциди, ефективні в умовах відносно низьких температур повітря (не нижче 5°C), регламент застосування яких дає змогу обприскувати посіви у тих фазах розвитку, які проходять вони в цей період.

У посівах озимих зернових шкідливість бур'янів повинна обмежуватись гербіцидами або їхніми баковими сумішами, що містять протизлаковий компонент.

Якщо восени агрономи не змогли провести всі запобіжні заходи по усуненню бур'янів у посівах, то будуть змушені вирішувати цю проблему рано навесні, тому що за таких погодних умов, які склалися минулої осені, створилися всі передумови для розвитку небажаної рослинності.

Слабким після зимівлі рослинам пшениці та ячменю потрібно допомогти відновити вегетацію, вийти зі стресових умов. Але в той же час підживлюються й бур'яни, тож основна користь від внесення мінеральних добрив суттєво знижується [11].

Першою технологічною операцією на озимих зернових є підживлення аміачною селітрою по мерзлоталому ґрунту. Як же потрібно діяти за ситуації, коли посіви засмічені значною кількістю бур'янів?

Один із прийомів - це застосування весняного боронування на посівах озимих культур, але потрібно враховувати певні фактори: орієнтовний поріг шкідливості бур'янів, видовий склад бур'янів (однорічні дводольні чи злісні, їхня густина та фаза розвитку), механічний склад і вологість поверхневого шару ґрунту, погодні умови та наявна кількість культурних рослин. Боронувати потрібно по діагоналі або впоперек напрямку сівби.

Таким чином, обмежувати шкідливість бур'янів доцільно на ранніх етапах росту й розвитку пшениці озимої, починаючи від появи проростків або сходів, коли бур'яни здатні конкурувати з нею за поживні речовини. На початкових етапах вегетації пшениці озимої, тобто в ранні, найчутливіші, фази її розвитку восени, виконання низки заходів із контролю сегетальної рослинності забезпечує оптимальний розвиток кореневої системи культури. Ці агроприйоми сприяють закладанню морфотипу рослин, що забезпечує максимальну реалізацію генетичного потенціалу врожайності пшениці озимої. Впродовж щонайменше двох місяців створюються оптимальні умови для росту

рослин культури, що забезпечує сприятливі умови для входження її в зиму та успішну перезимівлю.

Після третьої стадії розвитку культурних рослин (вихід в трубку) йде різке зниження чисельності бур'янів в посівах. Надземна маса пшениці озимої на цей час найкраще затіняє та пригнічує сегетальну рослинність [12].

Таким чином у міру росту й розвитку культурні рослини до закінчення строку вегетації є домінантами агрофітоценозів і здатні самі забезпечувати контроль поширених у її посівах бур'янів [13].

Висновок. Боротьба з бур'янами є одним з найважливіших заходів для отримання високих і стабільних врожайів озимої пшениці. Для ефективного контролю бур'янів необхідно комплексно застосовувати різні методи боротьби, враховуючи особливості конкретного поля та погодних умов.

Тому, успішна боротьба із засміченістю полів можлива лише за умов планованості, систематичності, безперервності і наукової обґрунтованості. Вона має включати комплекс агротехнічних, хімічних, біологічних та інших запобіжних заходів.

Шкодочинність бур'янів на посівах пшениці озимої є суттєвим фактором, що впливає на зниження врожайності та якості зерна. Для мінімізації негативних наслідків необхідно застосовувати правильну сівозміну. Своєчасний контроль за бур'янами дозволяє забезпечити оптимальні умови для росту пшениці та підвищення продуктивності агрокультури.

Список використаної літератури

1. Осінній контроль бур'янів у посівах пшениці озимої. <https://propozitsiya.com/ua/osinniy-kontrol-buryaniv-u-posivah-pshenyci-ozymoi>. (дата звернення 06.09.2024 р.)
2. Майоров О. В., Цехмейструк М. Г. Технологія вирощування пшениці озимої. 2021. 159 с.
3. Розпутній М. В. Можливості екологізації та біологізації технології вирощування озимої пшениці. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія: Агрономія, 2012, С. 199-204.
4. Дубровін В.В. Атлас бур'янів. Сингента. 2020. 180 с.
5. Зуза В.С. Гербологія. Харків: Стиль-Издат, 2022. 468 с
6. Косолап М.П., Іванюк М.Ф., Примак І.Д, Анісімова А.А., Бабенко А.І. Практикум з гербології. К., 2019. 930 с.
7. Підмаренник чіпкий https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B4%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D1%87%D1%96%D0%BF%D0%BA%D0%B8%D0%B9 (дата звернення 06.09.2024р.)
8. Метлюг звичайний https://alfasmartagro.com/alfascience/harmful_objects/winter/apera_spica_venti_l/ (дата звернення 06.09.2024р.)
9. Вінничук Т.С., Коломієць В.М. Контроль бур'янів у посівах пшениці озимої. *Агроном*. 2015. С. 80-81.

10. Пшениця озима, а бур'яни зимуючі. <https://www.agronom.com.ua/> (дата звернення 06.09.2024р.)

11. Коваленко О. В., Шевченко Н. В. Шкідливість бур'янів у посівах озимої пшениці та заходи боротьби *Наукові записки Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. С. 123-129.

12. Okrushko S. Phytocenotic and chemical methods affecting weediness of winter wheat. *Agriculture and Forestry*. 2023. № 2 (29). С. 63–77.

13. Сидоренко П. М. Агроекологічні аспекти контролю бур'янів в умовах інтенсивного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2017. С. 45-51.

Ярослав СОВІНСЬКИЙ³³,

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

РЕГУЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ БУР'ЯНІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ХІМІЧНИХ ЗАХОДІВ

***Анотація.** У статті розглядається ефективність хімічних заходів у регулюванні чисельності бур'янів при вирощуванні кукурудзи. Бур'яни є серйозною проблемою в агрономії, адже вони можуть значно знижувати врожайність та якість сільськогосподарських культур. В статті аналізуються різні види гербіцидів, їх ефективність у боротьбі з бур'янами, а також вплив їх застосування на кукурудзу. Дослідження включає порівняння різних хімічних засобів, їх дозування, час застосування та специфіку впливу на типи бур'янів, які найчастіше зустрічаються на полях з кукурудзою. Значна увага зосереджена на аспектах екологічної безпеки та економічної ефективності застосування гербіцидів, а також на можливих ризиках і побічних ефектах для навколишнього середовища та здоров'я людини.*

***Ключові слова:** гербіциди, кукурудза, обробіток ґрунту, хімічні заходи, контроль бур'янів, бур'яни.*

***Annotation.** The article examines the effectiveness of chemical measures in regulating the number of weeds in corn cultivation. Weeds are a serious problem in agronomy, because they can significantly reduce the yield and quality of agricultural crops. The article analyzes different types of herbicides, their effectiveness in the fight against weeds, as well as the impact of their use on corn.*

The study includes a comparison of different chemicals, their dosage, time of application and specific effects on the types of weeds that are most often found in corn fields. Considerable attention is focused on aspects of ecological safety and

³³Науковий керівник: Окрушко С.Є., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

economic efficiency of herbicide use, as well as on possible risks and side effects for the environment and human health.

Key words: *herbicides, corn, tillage, chemical measures, weed control, weeds.*

Вступ. Кукурудза, є однією з ключових агрокультур, які забезпечують продовольчу безпеку і економічну стабільність у багатьох країнах. Однак успіх у вирощуванні кукурудзи часто перешкоджається бур'янами, які можуть знижувати врожайність та якість зерна. Одним із найефективніших способів контролю за бур'янами є застосування хімічних заходів, зокрема гербіцидів.

На основі аналізу експериментальних даних, отриманих у польових дослідженнях у зонах вирощування кукурудзи, а також результатів виробничих перевірок, встановлено, що бур'яни є найбільшою потенційною загрозою серед факторів, що впливають на врожай зерна кукурудзи. Забур'яненість посівів кукурудзи зумовлена впливом попередників, технологією обробітку ґрунту та використанням гербіцидів різного спектра дії [3].

Розробка і впровадження ефективних методів контролю бур'янів є надзвичайно важливими для гербології. Це не лише дозволяє вирішити локальні проблеми, але й має потенціал стати основним компонентом системи ґрунтозахисту в Україні.

Проблема значного засмічення поверхневого шару ґрунту бур'янами та збільшення забур'яненості посівів стає все більш актуальною через перехід до мінімальних методів обробітку ґрунту, збільшення частки просапних культур у сівозмінах, розповсюдження стійких до гербіцидів бур'янів і появу нових гербіцидів з особливими фітотоксичними властивостями. У зв'язку з фітосанітарною ситуацією на південно-західному Степу було проведено дослідження з метою розробки ефективних методів боротьби з бур'янами в посівах кукурудзи. Ці дослідження охоплювали різні способи основного обробітку ґрунту та вплив різних попередників. Система контролю бур'янів у посівах кукурудзи була розроблена з урахуванням особливостей фітоценозу бур'янів, їх резистентності до різних гербіцидів та умов потенційної засміченості, що виникають при переміщенні насіння бур'янів у ґрунті під час виконання певних технологічних процесів [5].

Останнім часом втрати врожаю зерна через зміну видового складу бур'янів досягли 20-60%. Паралельно зменшення обсягів добрив призвело до того, що врожайність кукурудзи тепер значною мірою залежить від природної родючості ґрунту. Впровадження енергоощадних технологій в аграрному секторі призвело до зростання асортименту знарядь для обробітку ґрунту, що в свою чергу сприяло збільшенню забур'яненості. Особливо небезпечними для кукурудзи є багаторічні коренепаросткові бур'яни. За сильної забур'яненості посівів кукурудзи такими бур'янами, як осот рожевий і жовтий, берізка польова та гірчак степовий звичайний, врожайність може знижуватися на 50-55%. При середньому рівні забур'яненості зниження врожайності складає 35-40%, а при слабкій – 20-30%. Якщо маса бур'янів перевищує 5 кг/м², кукурудза не формує жіночих генеративних органів. Бур'яни також зменшують ефективність добрив,

підвищують витрати на енергетичні ресурси та хімічні засоби захисту рослин. Загальні втрати від бур'янів в аграрному секторі України становлять від 2 до 2,5 млрд грн. Своєчасна оцінка типу та ступеня засміченості посівів кукурудзи дозволяє ефективно використовувати хімічні та агротехнічні заходи для боротьби з бур'янами, а раціональне застосування різних методів контролю сприяє досягненню стабільно високих врожаїв цієї культури [6].

Виклад основного матеріалу. Кукурудза є культурою з низькою конкурентоспроможністю по відношенню до бур'янів, тому для досягнення високих і стабільних врожаїв необхідний ефективний захист від них. Розміщення кукурудзи після оптимальних попередників сприяє покращенню водного балансу ґрунту, підвищенню доступності поживних речовин, зниженню забур'яненості посівів і, в підсумку, досягненню стабільного рівня врожайності. Чутливість кукурудзи до бур'янів змінюється залежно від фази її розвитку: до фази 2-3 листків кукурудза менш чутлива до бур'янів, але після фази 3-х листків і до появи 8-ми листків забур'яненість посівів може призвести до різкого зниження врожайності. В цей критичний період (20-30 днів) посіви кукурудзи повинні бути очищені від бур'янів [1].

Шкідливість бур'янів у посівах кукурудзи надзвичайно висока. Наприклад, якщо на квадратному метрі 15 рослин гірчака повзучого, то врожайність знижується на 80%. Наявність 12 рослин гірчиці звичайної на м² призводить до зниження врожайності на 29%, а 10 рослин амброзії може знизити врожайність на 34-41%. При недостатньому зволоженні бур'яни активно висушують ґрунт, що може прискорити дозрівання кукурудзи і зменшення маси зерна. Це пов'язано з високим транспіраційним коефіцієнтом бур'янів: осока має 650-700, лобода біла – 800-850, гірчиця польова – 870-900, а пирій повзучий – 1100-1200. Для кукурудзи цей коефіцієнт не перевищує 250-400. Крім того, бур'яни поглинають значну кількість поживних речовин з ґрунту. Протягом перших 80 днів після сходів бур'яни можуть витягувати з ґрунту в середньому: азоту – 160-200 кг/га, фосфору – 55-90 кг/га, калію – 170-250 кг/га.

Для досягнення максимального та стабільного врожаю кукурудзи доцільно використовувати комбінацію агротехнічних і хімічних методів контролю бур'янів у посівах. Внесення гербіцидів є одним з ефективних способів боротьби з бур'янами, оскільки цей метод забезпечує контроль над бур'янами як у сильно забур'янених посівах, де агротехнічні заходи стають менш ефективними, так і на різних етапах розвитку культури, коли це необхідно. Це включає правильне розміщення культури в сівозміні, науково обґрунтоване застосування добрив і гербіцидів, а також якісний обробіток ґрунту.

Комплекс заходів для догляду за посівами кукурудзи поділяють на дві основні системи: інтенсивну, що базується на використанні пестицидів, і маловитратну, яка не передбачає застосування гербіцидів. Ці системи не є взаємовиключними і в деяких випадках можуть доповнювати одна одну. Інтенсивна, енергоємна технологія включає використання як ґрунтових

(базових), так і після сходових (страхових) гербіцидів. Якщо ґрунтові препарати діють ефективно і протягом 30 днів не спостерігається масового повторного відростання бур'янів, обробіток після сходовими гербіцидами можна замінити лише одним міжрядним обробітком у системі подальшого догляду.

Сьогодні ринок засобів захисту рослин пропонує широкий асортимент препаратів для боротьби з бур'янами в посівах кукурудзи.

Ґрунтові гербіциди, що містять різні діючі речовини або їх комбінації, такі як ізоксафлютол, пендиметалін, диметенамід, S-метолахлор, а також S-метолахлор у поєднанні з атразином, тербутилазином або мезотріоном, забезпечують практично повний контроль над однорічними тонконоговими і широким спектром дводольних бур'янів на ранніх стадіях росту посівів. Ці гербіциди поглинаються кореневою системою бур'янів і транспортуються до нових листків, що призводить до їх деформації та відмирання [4].

Завдяки широкому асортименту засобів захисту рослин, агрономи мають можливість вибрати найбільш підходящі та ефективні препарати, що містять діючі речовини або їх комбінації, такі як дикамба, 2,4-Д + дикамба, нікосульфурон, мезотріон, просульфурон, римсульфурон, клопіралід, бентазон, а також суміші S-метолахлору + тербутилазину + мезотріону та інші. Ці засоби відповідають сучасним вимогам агрономії, не викликають фітотоксичності у кукурудзи, мають тривалий період дії та є менш чутливими до змін погоди. Препарати з групи сульфонілсечовин, такі як римсульфурон, тифенсульфурон-метил, амідосульфурон, просульфурон і нікосульфурон, дозволяється застосовувати в період розвитку кукурудзи з фази 3 до 7 листків. Для боротьби з бур'янами при змішаному типі та високому рівні забур'яненості використовують препарати, що містять дві речовини: 2,4-Д у поєднанні з дикамбою, римсульфурон з тифенсульфурон-метилом, форамсульфурон з йодсульфураном-метилом натрію, та антидотом ізоксадифенетилом, нікосульфурон з тифенсульфурон-метилом, хлорсульфурон з хлорсульфоксимом, бентазон з атразином або бакові суміші, наприклад, римсульфурон з 2,4-Д та дикамбою, римсульфурон з тифенсульфурон-метилом [3].

Ключовим аспектом ефективного застосування гербіцидів у посівах кукурудзи є суворе дотримання регламентів їх використання та рекомендацій виробників засобів захисту рослин. Невиконання цих вимог може спричинити токсичний вплив на культурні рослини, зниження їх продуктивності та значні матеріальні збитки. Основні вимоги до використання гербіцидів включають дотримання дозування, термінів внесення, а також стадій вегетації і розвитку рослин [6].

Деформація сходів, порушення нормального росту та розвитку як надземної частини, так кореневої системи кукурудзи є типовими ознаками токсичної реакції, викликані вихідними гербіцидами з групи хлорацеталідів, таких як ацетохлор, метолахлор, пендиметалін і диметенамід (рис. 1). Це може статися через перевищення максимально рекомендованих норм внесення гербіцидів, їх перекриття або застосування одночасно перед появою сходів

кукурудзи. Надмірна норма внесення пендиметаліну, зокрема, може спричинити порушення розвитку кореневої системи кукурудзи, що проявляється в укорочених і потовщених корінцях [5].



Рис 1. Прояв перевищеної від максимально рекомендованої норми витрат гербіцидів з хімічної групи хлорацетанілідів

Для ефективного використання гербіцидів у посівах кукурудзи критично важливо враховувати регламент їх застосування та рекомендації виробників. Недотримання цих умов може призвести до токсичної реакції на культурні рослини, зниження їх продуктивності та значних матеріальних втрат. Основні вимоги до використання гербіцидів включають точне дотримання норми витрат, відповідність строків внесення, врахування фази росту та розвитку кукурудзи.

Також, завдяки підвищеній нормі пендиметаліну може бути порушення розвитку кореневої системи, проявляючись у вигляді укорочених і потовщених корінців, що, у свою чергу, веде до припинення розвитку коренів і вилягання рослин (рис. 2).



Рис 1. Ознаки застосування післясходових гербіцидів у дозах, що перевищують рекомендовані, у фазі 5-6 листків кукурудзи.

Селективні досходові гербіциди на основі ацетохлору використовуються в посівах кукурудзи для контролю однорічних злакових і дводольних бур'янів.

Активна речовина препарату всмоктується проростками бур'янів, що перешкоджає їхньому росту і поділу клітин, порушуючи білково-ліпідний обмін. Це призводить до незворотних змін, внаслідок яких бур'яни гинуть. Для досягнення високої ефективності гербіцидів основною вимогою є якісний передпосівний обробіток ґрунту: великі грудки зменшують площу поглинання гербіцидів, що знижує їхню ефективність.

Після внесення гербіциду потрібно заробити препарат у ґрунт. Для досягнення максимальної ефективності гербіцидів необхідне рівномірне внесення робочого розчину в обсязі 200–300 л/га. При виборі норми препарату важливо враховувати тип ґрунту: для малогумусних і легких ґрунтів доцільно використовувати мінімальну норму, тоді як для суглинистих ґрунтів – максимальну.

Максимальна ефективність гербіцидів досягається при ретельному перемішуванні робочої рідини з верхнім шаром ґрунту, без заглиблення за рівень її внесення. Для цього використовують комбіновані агрегати для обробки ґрунту.

Якщо на поверхні ґрунту є рослинні залишки, які покривають понад 50% площі, гербіциди частково локалізуються на цих залишках і не проникають у ґрунт. Це викликає часткову руйнацію препаратів через вплив сонячного світла, вітру та інших факторів, що може зменшити їхню ефективність на 25-30%. Отже, надзвичайно важливо дотримуватися технологічних регламентів при застосуванні гербіцидів, включаючи витрату робочої суміші, однорідність розподілу, перекриття зон обробки розпилювачів, налаштування висоти штанги обприскувача та якісне перемішування з ґрунтом.

При використанні ґрунтових гербіцидів важливо оцінювати тип ґрунту і його хімічні характеристики. На глинистих ґрунтах з високим вмістом гумусу гербіциди виявляють більшу ефективність, ніж на легких ґрунтах з меншим вмістом гумусу. Тому для досягнення максимальних результатів на легких ґрунтах гербіциди потрібно застосовувати в 1,5-2 рази менше, ніж на важчих.

Таким чином, остаточне визначення типу та ступеня засміченості полів кукурудзи є основою для оптимального застосування як хімічних, так і агротехнічних заходів щодо контролю бур'янів. Рациональне використання різних методів боротьби з бур'янами в посівах кукурудзи сприятиме кращому урожаю [2].

Висновок. Регулювання чисельності бур'янів при вирощуванні кукурудзи за допомогою хімічних заходів є критично важливим для забезпечення високих урожаїв та ефективного використання ресурсів. Врахування біологічних особливостей як кукурудзи, так і бур'янів, а також динаміки їхнього розвитку дозволяє оптимально застосовувати препарати.

Шкідливість бур'янів у посівах кукурудзи є дуже значною, і ефективним способом боротьби з ними є використання гербіцидів, які є невід'ємною частиною інтенсивних технологій вирощування кукурудзи. Своєчасне визначення типу та рівня забур'яненості дозволяє оптимально застосовувати гербіциди та досягати високих урожаїв[6].

Стратегія захисту кукурудзи від бур'янів повинна враховувати біологічні особливості як гібридів кукурудзи, так і бур'янів, їх видове різноманіття, чисельність та динаміку розвитку. Оскільки кукурудза має низьку конкурентоспроможність проти бур'янів на ранніх етапах росту, а також через змішану забур'яненість і великі площі посівів, поєднання до- і післясходових гербіцидів є найбільш ефективним методом боротьби. Використання лише післясходових гербіцидів не завжди дає бажані результати, а порушення регламентів та рекомендацій виробників може призвести до зниження врожайності [3].

Список використаної літератури

1. Іващенко О. О., Іващенко О. О. Загальна гербологія. Київ: Фенікс, 2019. 701 с.
2. Передсходовий період для кукурудзи: як правильно вносити гербіциди і контролювати бур'яни. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/792-doskhodovi-period-kukurudzy-kontrol-burianiv.html> (Дата звернення 03.09.2024 р.)
3. Coradi P. C., Milane L. V., Andrade M.G.O., Camilo L. J., Souza A.H.S. Secagem de grãos de milho do cerrado em um secador comercial de fluxos mistos. 2016. С 14–26.
4. Brosnan, J. J., & Breeden, G. K. Weed control in cool-season turfgrasses. *Weed science*. 2008. С. 553-558.
5. Медведєв Е. Б. Вплив способів обробітку ґрунту та добрив на забур'яненість ланки польової сівозміни в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2022. С. 161–168.
6. Вибір стратегії контролю бур'янів у посівах кукурудзи. URL: <https://www.agronom.com.ua/vybir-strategiyi-kontrolyu-bur-yaniv-u-posivah-kukurudzy/> (Дата звернення 03.09.2024 р.)

Sofia CHASTOKOLYANA³⁴,

2nd year student,

Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,

Vinnitsa National Agrarian University

Vinnitsa, Ukraine

FEATURES OF RASPBERRY CULTIVATION

***Annotation.** This article describes the features of growing raspberries, which is one of the most popular berry crops in the world. The main aspects of raspberry cultivation are considered: morphological and biological features of culture, soil preparation, preparation of seedlings, proper planting of various varieties, care, harvesting. Agro-climatic conditions that affect the efficiency of growing this crop*

³⁴Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

are taken into account. The study is based on scientific publications, practical experience of farmers and test results of various methods of growing raspberries. The results of the study can be useful for garden enterprises, scientific institutions, gardeners and all interested in berry growing.

Key words: raspberry, cultivation, cultures, features.

Анотація. У цій статті описуються особливості вирощування малини, яка є однією з популярних ягідних культур у світі. Розглядаються основні аспекти вирощування малини: морфологічні та біологічні особливості культури, підготовка ґрунту, підготовка саджанців, правильна посадка різних сортів, догляд, збирання врожаю. Враховуються агрокліматичні умови, які впливають на ефективність вирощування цієї культури. Дослідження базується на наукових публікаціях, практичного досвіду фермерів та результатів випробувань різних методик вирощування малини. Результати дослідження можуть бути корисними для садових підприємств, наукових установ, садівників та всіх зацікавлених у ягідництві.

Ключові слова: малина, вирощування, культури, особливості.

Introduction. The successful cultivation of raspberries in various agro-climatic zones of the country largely depends on the correct choice of the site, the preparation of the soil before planting, the introduction of appropriate crop rotation, compliance with the terms and methods of planting, the quality of planting material, the choice of varieties and the proper care of plants. Raspberries have long been appreciated for its taste, nutritional and medicinal properties. Fruits contain up to 10% sugars, organic acids, salts of phosphorus, iron, calcium, magnesium, pectin, tannins, vitamins C (30-60 mg%), V1, V2, D, E, P-active compounds, essential oils, antibiotics and salicylic acid, which makes it effective at lowering the temperature during cold weather [1].

The importance of culture in human life. Due to its unpretentiousness, raspberries are a pioneer plant that is able to populate empty areas of land, such as places after fires, deforestation, ravines or dry areas. In addition, raspberries are a wonderful honey plant. It was one of the first crops that our ancestors began to grow on their plots in order to have a fragrant and useful berry at hand. Although there are many varieties of garden raspberries, the most useful and curative is its wild forest relative.

Raspberry fruits contain fructose, glucose, organic acids, vitamins A, V1, V2, C, PP, E, essential oils, pectins, fiber, tannins and dyes, carotene, salts of copper, iron, potassium, folic acid, catechins, anthocyanins and flavonoids. In terms of the amount of iron, raspberries are second only to cherries and gooseberries. It is also rich in vitamin C – one glass of raspberries a day provides the daily human need for this vitamin. Thanks to salicylic acid, raspberries retain their medicinal properties even in dried or ground with sugar, almost without yielding to fresh berries. Beta-sitosterol and anthocyanins have anti-sclerotic properties, and coumarins contribute to the normalization of blood coagulation. In addition, raspberries contain a lot of dietary

fiber, which is useful for digestion. However, people with peptic ulcer of the stomach and duodenum are advised to use raspberry juice instead of whole berries [2].

Useful properties and applications in folk medicine and cosmetics.

Raspberries are traditionally used to treat colds, flu, SARS, joint pain, radiculitis, fever and neuralgia. Thanks to the salicylic acid contained in raspberries, it is a powerful sweating agent, while having no side effects characteristic of medications. Folic acid in raspberries has a positive effect on the preparation of the female body for pregnancy and is useful during pregnancy. In addition, raspberries have hemostatic and antitoxic properties, which have a particularly beneficial effect on the female body. It is used for hematological diseases, digestive problems, atherosclerosis, hypertension and to stimulate appetite. Raspberry berries and leaves have a diuretic effect, improving kidney function. Due to the content of copper, which is an important component of many antidepressants, raspberries are useful for people suffering from stress and nervous tension. Berries, flowers and raspberry leaves are also widely used in cosmetology, because they help to preserve youth and elasticity of the skin, even tone of the face, and also fight wrinkles and flabbiness. Raspberry whitens the skin, helps to get rid of age spots and freckles, and also effectively eliminates oiliness, acne and rashes [3].

Morphological and biological features of culture. Raspberry is a semi-shrub plant with a two-year cycle of development of the aboveground part. The bush consists of annual and biennial shoots. In mid-summer, buds appear on additional roots and rhizomes, from which short white shoots (3-7 cm) grow by autumn. They winter in the soil in the state of etiolized seedlings, and in spring or summer begin to grow, reaching a length of 2-3 m by autumn. In the axils of the leaves, two (less often one or three) fruit buds are formed. The following spring, a twig with flowers grows from the main bud, which later gives fruit. After fruiting shoots of the second year die. In remontant varieties, fruit twigs appear on the upper parts of shoots in the first year of growth, and the crop is formed in late summer or early autumn. Raspberry flowers are bisexual, the plant is capable of self-pollination. The inflorescence looks like a tassel, and flowering lasts 25-30 days. Fruits ripen a month after the beginning of flowering, in the second half of June. Since ripening is uneven, berry picking is carried out 8-12 times per season. The most fruitful twigs are at an altitude of 60-120 cm from the soil. Growing varieties with different ripening periods, you can harvest for 35-40 days. Remontant varieties bear fruit for the second time from August-September to late autumn. Raspberry fruits are prefabricated knuckles, which in shape can be elongated, conical or rounded, and in color – from black and red to cream, depending on the variety. The underground part of the plant consists of a perennial rhizome and additional roots, mainly located in the upper layer of soil (5-20 cm), so this layer needs to be enriched with nutrients. The buds on the rhizome at the base of the biennial stems give shoots of substitution, and the buds on the additional roots form shoots. The productive period of rhizomes lasts 7-10 years [1].

Technology of growing culture.

Soil preparation, planting plants. Soil preparation for raspberry planting is carried out in a steam field at the end of summer. It includes plowing to a depth of 22-30 cm (depending on the type of soil), applying 60-80 tons/ha of manure and 90-120 kg/ha of the active substance of phosphate and potash fertilizers. With traditional (string) cultivation technology, raspberry bushes are planted in the first half of October according to the scheme 2,0-3,0 x 0,3-0,4 m. In the spring, during the first two years, raspberry stems are cut at a height of 15-20 cm, which contributes to the formation of a strip of plants 30-40 cm wide [4].

Care. Care for fruiting raspberry plantations includes weed control, spraying plants to protect against diseases and pests, maintaining soil moisture within 70-100% of HB, annual application of 60-90 kg/ha of nitrogen in the spring and 60-120 kg/ha of phosphorus and potassium in the fall in the form of mineral fertilizers. When trellis growing raspberries 1-2 years after planting, install poles (reinforced concrete or metal) 8-10 m in a row and pull the wire at a height of 150-160 cm. In the spring, the annual stems are tied to the wire at a distance of 5-7 cm from each other. The use of wallpaper contributes to better illumination of leaves, increasing their assimilation activity, reducing plant damage to diseases and pests, as well as improving the yield, quality and marketability of berries. Although the technology requires the cost of installing wallpaper and tying stems, these costs are offset by additional profit. This technology can be used in any type of farm [4].

Harvesting. The collection of fruits that ripen in July is carried out 3-5 times using a small wooden or plastic container (1-2 kg each). After harvesting, the raspberry stalks, which have already been shed, are cut, carried out of the site and burned. The life of the plantations is 8-10 years. Although this technology is mainly intended for large plantations, it can also be used on household and farm plots. [4].

Varieties. In conditions of limited financing of agriculture, the main and affordable way to increase the yield of raspberries is the introduction of highly productive varieties adapted to local conditions. This will allow without additional investment to increase crop productivity by 20-30%. To do this, 13 raspberry varieties have been added to the catalog of plant varieties recommended for cultivation in Ukraine. Among them zoned such high-yielding varieties as Autumn, Ray, Cosmic, Radiance, Perseus, Sanya and Phenomenon [1].

Autumn (Fig. 1). Young shoots average number. Fruiting shoots have an average length. The fruits are purple, very large, medium hardness and moderately glossy. The main fruiting period falls in autumn, when the shoots of the current year bring the harvest. Shoots appear early, and the fruits on the shoots last year ripen early. The duration of the harvest season is average, and the berries on the shoots of this year ripen early. The harvest season is long. The product yield is 8,4 t/ha, 0,3 kg of berries are obtained from the bush, the guaranteed increase is 1,4 t/ha, and the fruit weight is 5,0 g. Tasting score is 9 points, disease resistance is estimated at 9 points [1].



Fig.1. Raspberry – Autumn

Ray (Fig. 2). There are many young shoots. Fruiting shoots have an average length. Fruits are moderately red, large, medium hardness and moderately glossy. The main fruiting period on shoots last year falls on summer. Berries ripen late, and the duration of the harvest season on shoots last year is average. The commercial yield is 7,9 t/ha, 0,2 kg of berries are obtained from the bush, the guaranteed increase is 2,0 t/ha, and the fruit weight is 3,7 g. Tasting assessment and resistance to diseases are estimated at 9 points [1].



Fig.2. Raspberry – Ray

Cosmic (Fig. 3). The plant forms an average number of young shoots without thorns. Fruiting shoots have an average length. Fruits are moderately red, large, longer than wider, hard and moderately glossy. The main fruiting period on the shoots of the current year falls in autumn. Shoots appear early, and the duration of the harvest season is long. The average yield is 82,0 c/ha with autumn harvesting, the weight of the berries varies from 3,4 g to 8,3 g. The degree of freezing of the kidneys is estimated at 2 points, and the disease damage (purple spotting and anthracnose) is 1 point. Pests plant is not damaged. The total sugar content in berries is 6,4%, vitamin C is 55,0 mg%. Tasting score of fresh berries is 8-9 points, and transportability - 8 points. It is a remontant variety [1].



Fig.3. Raspberry – Space

Radiance (Fig. 4). The plant forms an average number of young shoots without thorns, and fruiting shoots are short. Fruits are dark red, medium in size, have the same length and width, moderately hard and moderately glossy. The main fruiting period on the shoots of the current year occurs in the fall. Shoots appear very early, and berries ripen also very early. The harvest season lasts a long time. The average yield is 78,0 c/ha with autumn harvesting, the weight of the berries varies from 2,7 g to 6,1 g. The degree of freezing of the kidneys is estimated at 1,8 points, disease damage: purple spotting – 1,5 points, anthracnose – 1 point. Pests plant is not damaged. The total sugar content in berries is 7,0%, and vitamin C – 60,0 mg%. Tasting score of fresh berries is 8-9 points, and transportation is estimated at 7 points. The variety is remontant [1].



Fig.4. Raspberry – Radiance

Phenomenon (Fig. 5). The plant forms a small number of young shoots. The fruits are purple, large, longer than wider, with a moderate sheen. The main fruiting period on shoots last year falls on summer. The harvest season lasts a long time. The weight of the berries is 7.1 g, and the maximum weight reaches 10,2 g. The degree of freezing of the kidneys is estimated at 0,5 points. Disease involvement: purple spotting – 1,5 points, anthracnose – 0,5 points. Pest damage: raspberry weevil – 1 point, aphids – 1,5 points. The total sugar content in berries is 7,6%, and vitamin C – 44,7 mg%. Tasting score of fresh berries is 8-9 points, transportation is estimated at 7-8 points [1].



Fig.5. Raspberry – Phenomenon

Perseus (Fig. 6). The plant forms an average number of young shoots, and fruiting shoots have an average length. Fruits are dark red, large, longer than wider, hard and moderately glossy. The main fruiting period on shoots last year falls on summer. Berries ripen early, and the duration of the harvest season is average. The average yield is 175,7 c/ha, the weight of the berries varies from 4,1 g to 4,7 g. The degree of freezing of the kidneys is estimated at 1 point. Disease involvement: purple spotting and anthracnose - 1 point. Pest damage: raspberry weevil – 0.5 points, aphids - 1 point. The total sugar content in berries is 6,54%, vitamin C is 28,07 mg%. Tasting score of fresh berries is 8-9 points, transportability – 8 points [1].



Fig.6. Raspberry – Perseus

Sanya (Fig. 7). The plant forms an average number of young shoots, and fruiting shoots have an average length. Fruits are large, moderately red, longer than wider, of medium hardness and with moderate luster. The main fruiting period on the shoots of the past year occurs in the summer. The ripening time of berries is early, and the duration of the harvest season is short. The average yield is 196,1 c/ha, the average weight of the berry is 3,8 g, the maximum is 4,6 g. The degree of freezing of the kidneys is estimated at 1 point. The lesion with purple spotting is 1 point, and anthracnose is 1,5 points. Damage raspberry weevil – 0.5 points, aphids – 1 point. The sugar content in berries is 5,28%, vitamin C is 26,15 mg%. Tasting score of fresh berries – 8-9 points, transportation is estimated at 8 points [1].



Fig.7. Raspberry – Sanya

Conclusion. In the course of a detailed study of the features of raspberry cultivation, its biological and morphological characteristics were taken into account. Key aspects such as soil preparation and planting, variety selection, plant care and harvesting were analyzed. This approach to growing technology allows you to better understand the needs of this crop, which helps to increase yields, improve the quality of berries and reduce losses in agricultural production.

Список використаних джерел

1. Introduction: website.URL: <https://propozitsiya.com/ua/yagoda-malina-manit-visokimi-vrozhayami>(date of access 08.08.2024 p.)
2. The value of culture in human life: website. URL: <https://www.unian.ua/health/country/810651-korisni-vlastivosti-malini.html>(date of access 08.08.2024 p.)
3. Useful properties and applications in folk medicine and cosmetics: website.URL: <https://mal-centr.pmsd.org.ua/porady-likarya/maly-na-koryst-ta-shkoda-smachnoyi-yagody-dlya-organizmu-lyudyny/>(date of access 09.08.2024 p.)
4. Soil preparation, planting: website. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/malina>(date of access 11.08.2024 p.)

Вадим ШАФРОСТ³⁵,
студент 3-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ БУР'ЯНАМИ В РІЗНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМАХ

Анотація. У статті представлено детальний аналіз впливу інтегрованого управління бур'янами на продуктивність сільськогосподарських культур та стан ґрунту в різних системах землеробства. Розглянуто вплив

³⁵Науковий керівник: Окрушко С.Є., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

механічних, хімічних, біологічних, агротехнічних та комбінованих методів боротьби з бур'янами при вирощуванні сільськогосподарських культур. Проаналізовано, як комбіновані стратегії боротьби з бур'янами впливають на зменшення забур'яненості, підтримання родючості ґрунту та покращення екологічної стійкості агроєкосистем. Особливу увагу приділено порівнянню різних підходів до управління бур'янами з точки зору ефективності, екологічної безпеки та економічної доцільності. Обговорюються сильні та слабкі сторони кожного підходу, а також його взаємодія з іншими сільськогосподарськими практиками. Також надаються рекомендації щодо оптимізації інтегрованого управління бур'янами з метою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: Інтегроване управління бур'янами, механічні методи, хімічні методи, біологічні методи, оптимізація.

Annotation. The article presents a detailed analysis of the impact of integrated weed management on crop productivity and soil condition in various farming systems. The impact of mechanical, chemical, biological, agrotechnical and combined methods of weed control in the cultivation of agricultural crops is considered. It is analyzed how combined weed control strategies affect the reduction of weediness, maintenance of soil fertility and improvement of ecological sustainability of agroecosystems. Special attention is paid to the comparison of different approaches to weed management from the point of view of efficiency, environmental safety and economic feasibility. The strengths and weaknesses of each approach are discussed, as well as its interactions with other agricultural practices. Recommendations are also provided for optimizing integrated weed management in order to increase the efficiency of agricultural production.

Keywords: Integrated weed management, mechanical methods, chemical methods, biological methods, optimization.

Вступ. Ефективне управління над бур'янами є одним з ключових аспектів забезпечення стабільної продуктивності сільськогосподарських культур та підтримання стабільності агроєкосистем. Бур'яни є одними з найпоширеніших шкідливих організмів, що значно знижують врожайність сільськогосподарських культур через конкуренцію за ресурси, такі як вода, світло та поживні речовини. Традиційні методи контролю бур'янів, зокрема інтенсивне застосування хімічних гербіцидів, мають низку обмежень, включаючи розвиток стійкості у бур'янів, погіршення якості ґрунту та негативний вплив на навколишнє середовище і здоров'я людини. Ці фактори підвищують необхідність розробки і впровадження альтернативних підходів до управління бур'янами.

Інтегроване управління бур'янами (IWM) є сучасним підходом, який поєднує різноманітні методи боротьби, такі як механічні, хімічні, біологічні та агротехнічні практики, для досягнення оптимального контролю бур'янів і збереження ресурсів. Такий підхід дозволяє не лише зменшити чисельність

бур'янів, але й знизити залежність від хімічних засобів захисту рослин, що сприяє покращенню екологічної стійкості сільськогосподарських систем. Крім того, IWM забезпечує підтримання біорізноманіття, покращення родючості ґрунту і зменшення ризику забруднення довкілля [1].

Виклад основного матеріалу. Існує три типи систем землеробства: органічне, традиційне та мінімальний обробіток ґрунту. Кожна система землеробства має власний підхід до вирощування сільськогосподарських культур, управління ґрунтом та боротьби з бур'янами.

Органічне землеробство характеризується використанням методів, які не передбачають застосування синтетичних хімічних речовин, таких як гербіциди, пестициди та добрива. Основними методами боротьби з бур'янами в цій системі є біологічні методи, такі як механічний обробіток ґрунту, мульчування, використання покривних культур та інтродукція корисних організмів, які контролюють бур'яни. Цілями органічного землеробства є збереження біорізноманіття, покращення структури ґрунту, підтримання його родючості та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище [2].

На противагу цьому, традиційні методи землеробства широко використовують хімічні засоби захисту рослин та мінеральні добрива для досягнення високих врожаїв. У цій системі контроль над бур'янами досягається переважно за рахунок використання хімічних гербіцидів. Хоча хімічні гербіциди можуть ефективно контролювати популяції бур'янів, вони можуть спричинити такі проблеми, як розвиток стійкості до гербіцидів, забруднення ґрунту і води та зменшення біорізноманіття. Традиційні сільськогосподарські практики зосереджені на максимізації виробництва та економічних вигод, часто на шкоду екологічній стійкості [3].

Системи мінімального обробітку ґрунту спрямовані на зменшення ерозії, утримання вологи та покращення структури ґрунту шляхом зменшення інтенсивності механічного обробітку ґрунту. Система пригнічує бур'яни як хімічними, так і агрономічними методами, такими як сівозміна, використання покривних культур та пожнивних решток, що покривають ґрунт. Мінімальний обробіток ґрунту поєднує в собі переваги як органічних, так і традиційних методів землеробства, сприяючи підвищенню ефективності використання ресурсів та екологічній стійкості [4].

Також було оцінено ефективність різних методів боротьби з бур'янами в різних системах землеробства. Основна увага приділялася інтегрованим підходам, що включають механічні, хімічні, біологічні та агротехнічні методи боротьби з бур'янами. Кожен з цих методів мав свої переваги та обмеження, а їх охоплення залежало від специфіки системи землеробства.

Механічні методи боротьби з бур'янами, такі як прополка, оранка та використання спеціальних інструментів для видалення бур'янів, є традиційними і широко застосовуються, особливо в органічному землеробстві, де заборонено використання хімічних гербіцидів. Ці методи ефективно знищують бур'яни на ранній стадії росту, дозволяючи негайно видалити небажані рослини та уникнути хімічного навантаження на ґрунт і навколишнє середовище. Тому

вони привабливі з точки зору екологічної безпеки, оскільки не забруднюють ґрунт або воду і не завдають шкоди нецільовим організмам. Однак вони є трудомісткими і вимагають значних трудових ресурсів, що може обмежувати їх застосування на великих площах. Крім того, часте використання механічних методів може призвести до погіршення структури ґрунту, його ущільнення та ерозії, що може мати негативний вплив на загальний стан агроєкосистеми [5].

Хімічні методи включають гербіциди різних груп і спектрів дії і є одними з найпоширеніших методів боротьби з бур'янами в традиційному сільському господарстві. Основними перевагами хімічних гербіцидів є їх висока ефективність та швидке знищення небажаної рослинності з мінімальними затратами праці та часу, що робить їх економічно вигідними в короткостроковій перспективі. Наприклад, гербіцид Напалм є ефективним засобом для обробки пшениці і призначений для попередньо засіяних полів. Його діюча речовина, ізопропіламінна сіль гліфосату, діє як інгібітор синтезу амінокислот і може проникати в надземні частини рослин під час активної вегетації. Завдяки системній дії, цей гербіцид поширюється по всій рослині, швидко і повністю зупиняючи її ріст і вбиваючи як надземні органи, так і кореневу систему. Ознаки гербіцидної дії помітні через 5-7 днів, а повністю бур'яни гинуть через 2 тижні. Напалм слід застосовувати по активно зростаючим бур'янам до і після посіву (до появи колосків), коли трава досягне 10-20 см у висоту, або восени після збору попередньої культури. Для досягнення бажаних результатів достатньо 4-6 л/га за одну обробку. У посівах кукурудзи ефективним інструментом у боротьбі з пирієм є гербіцид Монсун від компанії DEFENDA, з діючою речовиною нікосульфурон. Основними перевагами Монсун є відмінна селективність до всіх сортів кукурудзи, простота застосування без необхідності додавання прилипача, широке покриття (можна вносити від 3 до 10 справжніх листків) і висока ефективність проти кореневищних бур'янів. Однак, незважаючи на високу ефективність, надмірне використання хімічних методів землеробства може призвести до забруднення ґрунту та води, розвитку стійкості бур'янів, зменшення біорізноманіття, порушення природних екосистемних процесів та негативного впливу на здоров'я людей і тварин (Рис. 1) [6].



Рис. 1. Пирій повзучий (*Elymusrepens*)

Біологічні методи боротьби з бур'янами включають інтродукцію природних ворогів бур'янів, таких як комахи і гриби, та рослин-конкурентів, які пригнічують бур'яни. Ці методи зменшують популяції бур'янів без використання хімікатів, підтримують біорізноманіття агроecosистеми і не забруднюють навколишнє середовище. Біологічні методи часто використовуються як частина інтегрованого управління бур'янами, особливо в системах органічного землеробства, де важливим є підтримання екологічного балансу. Вони також можуть забезпечити довгостроковий контроль бур'янів і допомогти відновити та підтримувати екологічний баланс агроecosистем. Однак слабкість біологічних методів контролю полягає в тому, що вони менш ефективні в короткостроковій перспективі і потребують тривалого часу для значного скорочення кількості бур'янів. Цей метод контролю можна поєднувати з іншими сільськогосподарськими методами, такими як агроecологічні методи контролю, щоб підвищити їх ефективність і сприяти сталому розвитку агроecosистем. Прикладом може бути ґрунтовий гриб *Fusarium oxysporum*, який є високоефективним у знищенні бур'янів роду *Striga* (*Striga hermonthica* та *S. asiatica*). Інші види *Fusarium*, такі як *Fusarium nygamai*, *F. oxysporum* і *F. solani*, які поширені в Судані та Гані, також показали високу ефективність у боротьбі з бур'янами. Наразі ведуться роботи з розробки та реєстрації продуктів на основі цих мікогербіцидів у різних африканських країнах. Окрім грибів, важливу роль у біологічному контролі бур'янів відіграють ризобактерії. Це пов'язано з тим, що ризобії можуть пригнічувати або навіть знищувати проростання насіння *Strigaspp*. Ці мікроорганізми є перспективними агентами біологічного контролю, оскільки їх можна використовувати для створення препаратів для інокуляції насіння з мінімальними витратами [7].

До агротехнічного методу відносять сівозміну, покривні культури, мульчування та регулювання густоти посівів. Сівозміна перериває життєвий цикл бур'янів, покривні культури створюють тінь у ґрунті та зменшують потенціал для проростання бур'янів, а мульчування органічними та неорганічними матеріалами ефективно зменшує кількість бур'янів, утримуючи вологу в ґрунті та покращуючи його структуру. До переваг агротехнічних методів можна віднести їхню здатність створювати несприятливі умови для росту бур'янів, утримувати ґрунтову вологу, покращувати структуру ґрунту, зменшувати ризик ерозії, підтримувати та покращувати родючість ґрунту, а також позитивно впливати на загальну продуктивність сільськогосподарських культур. У той же час, ці методи часто потребують багато часу для досягнення своїх переваг і можуть бути менш ефективними, ніж хімічні методи, коли забур'яненість ґрунту висока. Однак у поєднанні з іншими методами, такими як механічні та біологічні, агрономічні методи можуть значно підвищити загальну ефективність боротьби з бур'янами [8, 9].

Комбінована стратегія боротьби з бур'янами, також відома як інтегроване управління бур'янами, поєднують різні методи контролю для мінімізації популяцій бур'янів та їхнього впливу на культури. Такі стратегії дозволяють більш ефективно контролювати бур'яни завдяки синергічному ефекту, який

виникає при поєднанні декількох методів з різними механізмами дії. Основна ідея комбінованої стратегії полягає в тому, щоб зменшити кількість бур'янів і досягти кращих результатів шляхом одночасного застосування декількох методів контролю, таких як механічні, хімічні та біологічні. Важливим аспектом цих стратегій є поєднання механічних методів, таких як прополювання та культивування, з іншими підходами [10].

Виробнича практика довела, що ці заходи не можуть бути реалізовані ізольовано, щоб забезпечити ефективне відновлення ґрунту та контроль бур'янів з насіння та зародку. Це пов'язано з тим, що ефект від окремих заходів надзвичайно короткочасний і швидко втрачається, якщо на нього впливають несприятливі погодні умови, такі як дощ або низька температура ґрунту, або якщо ці заходи не застосовуються в потрібний час. Тому для досягнення більш ефективних результатів використовують різні комбінації. Наприклад, механічний і біологічний контроль часто комбінують. Бур'яни активно знищуються або значно послаблюються механічними методами боротьби, такими як оранка, глибоке розпушування та поверхневий обробіток ґрунту. Це створює сприятливі умови для росту і розвитку культурних рослин, які успішно конкурують з бур'янами, заглушаючи їх в розробленому ґрунті. В сівозмінній ланці чистий пар – озима пшениця, бур'яни на паровому полі, такі як осот рожевий, підрізаються культиватором і пригнічуються розвиненими надземними частинами озимої пшениці. Наприклад, коли озимі культури вирощуються на сидерат, мітлиця повзуча пригнічується затіненням і згодом механічним обробітком ґрунту. Механічні та хімічні засоби часто комбінуються і доповнюють один одного для ефективного контролю багатьох видів бур'янів. Після збирання ярих зернових та озимих культур зрілі багаторічні бур'яни обробляють системними гербіцидами, які значно знижують їх життєздатність, що дозволяє легко усунути їх за допомогою наступних механічних обробок [10].

З точки зору екологічної безпеки, біологічні методи ведення сільського господарства мають такі основні переваги, як мінімізація впливу на навколишнє середовище, відсутність забруднення ґрунту та води, нешкідливість для нецільових організмів та збереження біорізноманіття. Для порівняння, хімічні методи створюють ряд екологічних ризиків, включаючи розвиток стійкості бур'янів, зменшення біорізноманіття, забруднення ґрунту і води та негативний вплив на здоров'я людей і тварин. Але в той час хімічні методи, як правило, вважаються найбільш економічно вигідними в короткостроковій перспективі через їхню високу ефективність і низькі витрати на робочу силу. Однак довгострокова економічна ефективність цих методів є сумнівною через необхідність постійної закупівлі гербіцидів та ризик розвитку резистентності бур'янів, що призводить до збільшення витрат на боротьбу з бур'янами. Механічні та біологічні методи можуть бути економічно ефективнішими в довгостроковій перспективі, хоча початкові витрати на обладнання, матеріали та робочу силу є високими. Крім того, вони зменшують потребу в дорогих хімікатах, підтримують родючість ґрунту і сприяють екологічній стійкості всієї агроєкосистеми.

Висновок. У статті було розглянуто різні підходи до управління бур'янами в сільськогосподарських системах, включаючи механічні, хімічні, біологічні та агрономічні методи та їх поєднання в рамках інтегрованої системи управління. Кожен підхід до управління бур'янами має свої сильні та слабкі сторони, які визначають його ефективність, екологічну безпеку та економічну ефективність за різних умов. Розуміння цих характеристик та їх взаємодії з іншими сільськогосподарськими підходами є ключовим для успішної інтеграції підходів до управління над бур'янами в агроекосистемах.

Таким чином, жоден з методів, застосований окремо, не може забезпечити повний контроль бур'янів через їхню коротку тривалість дії та залежність від погодних умов. Однак комбіновані стратегії, що поєднують різні методи, можуть мати синергетичний ефект і значно підвищити ефективність контролю бур'янів. Поєднання механічних методів з хімічними та біологічними підходами може забезпечити більш стійкий і довготривалий контроль бур'янів. Біологічні методи, такі як використання природних ворогів бур'янів або рослин-конкурентів, можуть допомогти підтримувати екологічний баланс агроекосистем, але для значного зменшення кількості бур'янів потрібен тривалий час.

Комплексні заходи, що поєднують механічні, хімічні, біологічні та агрономічні методи, є найбільш ефективними в довгостроковій перспективі. Крім зменшення кількості бур'янів, вони підтримують родючість ґрунту, зберігають вологу, запобігають ерозії та зменшують вплив на навколишнє середовище. Сівозміну, покривні культури та мульчування можна використовувати в поєднанні з іншими методами для створення несприятливих умов для росту бур'янів і підвищення загальної продуктивності сільськогосподарських культур.

Тому, інтегроване управління над бур'янами, що поєднує різні методи, є ключем до ефективного та сталого контролю бур'янів у сільському господарстві. Це може підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, забезпечити екологічну стійкість агроекосистем і зменшити залежність від хімічних засобів захисту рослин. Враховуючи переваги та недоліки кожного підходу та його взаємодію з іншими сільськогосподарськими практиками, можна досягти оптимальних результатів у боротьбі з бур'янами та забезпечити стале й екологічно безпечне сільськогосподарське виробництво.

Список використаної літератури

1. Гербіцид стійкість. URL: <http://surl.li/gffqnd> (Дата звернення 31.08.2024 р.)
2. Reganold, J. P., Wachter, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*. 2016. С.1-8.
3. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., Polasky, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. 2002. С.671-677.
4. Hobbs, P. R., Sayre, K., Gupta, R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2008. С 543-555.

5. Shrestha, A., Knezevic, S. Z., Roy, R. C., Ball-Coelho, B. R., & Swanton, C. J. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *Weed Research*. 2002.С 76-87.

6. Боротьба з багаторічними бур'янами — поради експерта. URL: <https://superagronom.com/blog/826-borotba-z-bagatorichnimi-buryanami--poradi-eksperta> (Дата звернення 01.09.2024 р.)

7. Боротьба з бур'янами в органічному сільському господарстві. URL: <https://organni.com/organic-weed-control/> (Дата звернення 01.09.2024 р.)

8. Harker, K. N., O'Donovan, J. T. Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technology*. 2013.С.1-11.

9. Gallandt, E. R., Molloy, T., Lynch, R. P., Drummond, F. A. Effect of cover-crop-enhanced soil health and weed management on soybean yield. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2017.С 333-345.

10. Бур'яни та заходи захисту культурних рослин від них. Біологічні особливості і класифікація бур'янів. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ros1/wp-content/uploads/sites/20/lekcija-6.burjany-ta-borotba-z-nymy.pdf> (Дата звернення 01.09.2024 р.)

Микола ШТИПА³⁶,
студент 2 курсу,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОРФОЛОГІЯ, БІОЛОГІЯ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО І ЯРОГО ЧАСНИКУ

***Анотація.** Досить висока сьогодні конкуренція в агропромисловому секторі. Проте деякими рослинами займається зовсім невелика кількість фермерів. Відповідно можна вийти на той сегмент ринку, де суперництво мінімальне. Такою рослиною можна назвати часник, оскільки його вирощуванням не дуже поспішають займатися овочівники. Ринок в Україні тільки формується, фактично його немає. На вирощуванні часнику можна досить непогано заробити, якщо знати як правильно організувати бізнес та знайти канали збуту. Часник походить з Афганістану, з гірської частини Індії, Таджикистану та Узбекистану, західного Тянь-Шаню, Кавказу та з середземноморських районів. Культура відома понад 5 тис. років до нашої ери, її вирощували в Єгипті, Греції, Римі, Індії, Китаї. В їжу з часнику використовують цибулини, зелене молоде листя і стрілки.*

³⁶Науковий керівник: Забарна Т.А., канд. с.-г. наук, ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

***Abstract.** Competition in the agricultural sector is quite high today. However, some plants are grown by a very small number of farmers. Accordingly, it is possible to enter the market segment where competition is minimal. Garlic is one such plant, as vegetable growers are not in a hurry to grow it. The market in Ukraine is just being formed, it doesn't actually exist. You can make quite a lot of money growing garlic if you know how to organise your business properly and find sales channels. Garlic originates from Afghanistan, the mountainous parts of India, Tajikistan and Uzbekistan, the western Tien Shan, the Caucasus and the Mediterranean. The culture has been known for over 5,000 years BC, and was grown in Egypt, Greece, Rome, India, and China. Garlic bulbs, green young leaves, and arrows are used for food.*

Вступ. Часник – це одна з найважливіших овочевих культур, і тому вона найбільш динамічно займає ринок. Часник користуються високим попитом, тому площі вирощування даної культури збільшуються з року в рік. Звертайтеся до для ефективного та прибуткового виробництва часнику. Якісний часник має великий попит на світовому ринку. Це один з найпопулярніших овочів у Європі, в Америці і особливо – в Азії і Тихоокеанському регіоні

Знати як правильно вирощувати часник практично важливо, тому що на якісний товарний часник завжди присутній попит [1].

Сьогодні цілком реально заробити з одного гектара часнику 12\$ тисяч. З питанням збуту часнику питань також не виникає, оскільки сьогодні дуже багато перекупів самі шукають і забирають часник прямо з поля. Можна навіть і більше, якщо дотримуватися технології вирощування і знати всі секрети. Перша і найважливіша вимога – полив. Якщо його немає, то можна забути про цю культуру. По-перше, більшість фермерів-новачків на початкових етапах зазнали великих втрат, оскільки не мають достатньої інформації про часник і правильну технологію вирощування. По-друге, якщо аграрій хоче заробити відповідно суму з гектара, то не варто економити на посівному матеріалі. Нині є багато недобросовісних продавців часнику, які продають неякісне й дешеве насіння, яке лише через два роки дасть урожай. Нереально в українських кліматичних умовах через два роки отримати часник від п'яти см. і вище. По-третє, в наших ґрунтах необхідно сіяти однозубку або зубок [2].

Виклад основного матеріалу. Лінійна форма листків, які утворюють несправжнє стебло висотою 30-60 см, коріння – 12–20 см.

Власне стебло вкорочене – денце, розгалужене – 5-10 зубків (діток) - бруньок.

Денце з розміщеними на ньому зубками, вкритими загальними сухими плівками основ листків, утворюють цибулину часнику (головку).

У нестрілкуючого часнику зубки – це пазушні бруньки, розміщені на денці в пазухах листків, тому цибулина часнику має складну будову.

Зубки розміщені групами по 3–5 шт. у пазусі кожного листка, які закривають їх у вигляді сухої плівки. Кожна наступна група зубків покрита загальною сухою плівкою

Кількість сухих лусок, що покривають головку, відповідає кількості листків на рослині.

Умови вирощування. Часник належить до *холодостійких рослин*. Коренева система починає рости при температурі 3-5°C, оптимальна – 10-15°C.

При закладанні і формуванні зубків оптимальна температура 15-20°C. Цибулини краще досягають при температурі 20-25°C. Висока температура пригнічує гілкування, формується однозубка.

Вимерзання часнику спостерігається узимку при відсутності снігового покриву і зниженні температури в зоні розташування кореневої системи до мінус 9 °С.

Навесні сходи витримують короткочасне зниження температури до мінус 5-10°C.

Часник *помірно вимогливий до вологи*. Оптимальний рівень вологості ґрунту у період вегетативного росту 80-85%, у період досягання і збирання – 60-65% НВ.

Оптимальна відносна вологість повітря для росту часнику 65-70 %.

До *світла часник помірно вимогливий*, але розміщувати його потрібно на добре освітлених місцях. Рослина довгого світлового дня.

Часник *вимогливий до ґрунту і поживних речовин*. Краще росте на ґрунтах легкого і середнього механічного складу, супісках і суглинках.

Добре реагує на внесення напівперепрілих органічних добрив, компост, перегній. Свіжий гній слід вносити тільки під попередники часнику.

Сорти часнику в Україні зареєстровані:

- **стрілкуючі:** Донецький фіолетовий, Парус, Победа, Старобільський місцевий, Софіївський, Харківський фіолетовий, Ювілейний грибовський.

- **нестрілкуючі:** Український білий, Одеський 13, Сакський.

Способи вирощування стрілкуючого часнику

- однозубками, одержаними після сівби повітряних цибулинок з пересаджуванням або без пересаджування однозубок;
- повітряними цибулинками при літній сівбі;
- зубками при підзимовому садінні.

Вирощування часнику зубками

Кращі попередники: огірок, кабачок, капуста білоголова ранньостигла і цвітна, бобові, зеленні, озима пшениця, кукурудза на силос, однорічні трави на сіно, біла гірчиця, люпин гіркий

На попередньому місці - через три-чотири роки.

Підготовка до садіння:

- Розлушувати за 3-4 доби до садіння, щоб не було старого денця
- Вручну або механізовано (МРЧ-1)
- Великі – 6г і більше Середні- 3-6 г Мілкі – менше 3 г
- після розлушення – одну годину витримати у воді температурою 38°C, потім перенести їх у 1% розчин 40% -ного Формаліну температурою 48°C на 20–30 хвилин, далі часник виймають і промивають у проточній воді.

- Проти ураження хворобами зубки протруюють 3% суспензією Фундазолу (3 кг/100 л води) протягом 2 годин. Після знезараження часник висипають на брезент, підсушують і далі використовують для садіння.

- Позитивно впливає на врожайність часнику намочування зубків безпосередньо перед садінням у розчинах сірчаноокислого цинку (0,1%) і сірчаноокислого марганцю (0,01%) протягом 12–14 годин при температурі 18–20°C.

Обробіток ґрунту

Оранка за 1-1,5 місяці до садіння зубків часнику, щоб не обривались корінці при осіданні ґрунту.

Пізня оранка – на 15% менший урожай.

- Рекомендовані *системи* удобрення часнику озимого:

- органо-мінеральна (40 т/га напівперепрілого гною + N60-120P60-90K120-150)

- мінеральна (N120P120K120)

Рекомендується проводити 3 підживлення (на слайді).

Садіння часнику

Існують різні технології вирощування часнику. Скажімо, Тарасенко В. пропонує стрічково – координатну технологію вирощування часнику, яка забезпечує для кожної рослини раціональні умови зростання шляхом забезпечення живильної зони для кожної рослини, також освітленості, високого ступеня продуктивного кущіння, вирівняні і однорідності врожаю [5].



Рис 1. Часник для висаджування

Часник в наших умовах висаджували наступним чином. Зубки висаджують не пізніше 25–30 діб до сталого промерзання ґрунту.

Проростання зубків до зими не бажане.

Висаджують широкорядним способом з міжряддями 45 см або стрічковим способом (за схемою 40+40+60 см, 50+20, 45+15 см). Відстань між зубками 6–8 см для низьких,

для рослин з великою вегетативною масою – до 8–10 см.

- Норма сівби часнику залежно від маси зубків і – від 1,2 до 2,5 т/га.

- Глибина загортання зубків

- при підзимовій сівбі 5–6 см,

- при весняній – 4–5 см.



Рис 2. Посадка часнику

(Для сівби механізованим способом використовують сівалки СЛН-8Б, СЛН-5,4, СЛС-12.).

Основними прийомами догляду за посівами часнику є розпушування ґрунту, знищення бур'янів, поливи, підживлення, прополювання в рядках, захист від шкідливих організмів.

Протягом періоду вегетації рослини часнику захищають від шкідників і хвороб.

(Проти пероноспорозу та сірої гнилі можна провести три обробки 1% бордоською рідиною (період очікування – 8 діб) або розчином хлорокису міді, 2,4 кг/га (період очікування 20 діб; Проти шкідників – Енжіо, Карате Зеон. Ратибор, Діазол).

Одночасно з формуванням цибулин на рослинах виростають квітконосні стрілки з суцвіттями, в яких формуються повітряні цибулини, які можна використовувати як посадковий матеріал.

Стрілки виламують, коли вони досягають довжини 12–15 см.

Для одержання повітряних цибулинок стрілки залишають.

Видалені молоді стрілки можна використати для засолювання чи маринування.

Вирощування без пересаджування однозубок

Повітряні цибулини часнику сіють широкорядковим і стрічковим способами (за схемами 45 см, 50+20, 40+40+60, 45+15 см).

Важливо правильно встановити норму висіву, щоб у наступному році мати оптимальну густоту стояння рослин.

Норма висіву сортів з дрібними цибулинами 50–70, а з великими – 150–200 кг/га.

Після появи сходів за рослинами протягом вегетації доглядають так само, як і при попередніх способах вирощування.

Технологія вирощування нестрілкуючого часнику

Нестрілкуючий часник буває озимий і ярий. Озимий вирощують при підзимовому садінні, ярий – при садінні під зиму, а також рано навесні.

Вищий врожай та цибулини кращої якості одержують при садінні ярого часнику в ранні весняні строки.

Нестрілкуючий часник має триваліший, порівняно з стрілкуючим, період закладання зубків і тому досягає на 2–3 тижні пізніше.

Вегетаційний період: ранньостиглих сортів 95–105, пізньостиглих – 115–135 діб.

Рослини нестрілкуючого часнику мають значно меншу вегетативну масу порівняно з стрілкуючим.

В окремих випадках, при затяжній холодній весні, після висаджування зубків рано навесні, утворюються пухкі цибулини, які не мають товарного значення.

Якщо часник з осені зберігають у теплих умовах, то за 1,5–2 місяці перед садінням його переносять у холодне приміщення і витримують при температурі +1...3°C.

Збирання врожаю

Ознаками до початку збирання стрілкуючого часнику є пожовтіння листків, підсихання укривних лусок на цибулинах, втрата кореневою системою тургору.

Рослини з залишеними стрілками визрівають дещо пізніше рослин, у яких видалено стрілку.

У нестрілкуючого часнику ознаками визрівання є пожовтіння листків та вилягання надземної частини рослин, що пов'язано з припиненням функцій кореневої системи.

Рослини викопують, обтрушують землю з цибулин та коренів і складають у валки для дозрівання.

Розкладати викопані рослини краще в затінених місцях, бо в жарку сонячну погоду на цибулинах можуть виникати сонячні опіки.



Рис 3. Збирання врожаю часнику

Після висихання листя і коренів від цибулин відрізають корені на відстані 0,5–1,0 см від денця, а залишки стрілки і листків на відстані 1,5–2,0 см від цибулини.

Висновок. Враховуючи попит на часник та умови для його вирощування в Україні, варто звернути увагу насамперед на сорти, які районовані для вирощування у певному регіоні. Обирають оптимальні строки посадки, або посіву часнику. Проводять формування системи догляду за посівами. Зважаючи

на ці фактори, можна отримати високий врожай часнику та забезпечити його якісне збереження.

Список використаної літератури

1. Сучасна технологія промислового вирощування часнику. URL:<https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-promislovogo-viroshhuvannya-chasniku/> (дата звернення 28.08.2024 р.)
2. Тетяна Тарасенко (2021). Вирощування часнику – як заробляти від 12\$ тисяч з га. URL:<https://aggeek.net/ru-blog/viroshchuvannya-chasniku--yak-zaroblyati-vid-12-tisyach-z-ga> (дата звернення 26.08.2024 р.)
3. Сич З., Кубрак С. Вирощування озимого часнику за літньої сівби повітрянки. *Овочівництво*. 2018. № 2 (163). С. 29-31.
4. Снітинський В.В., Ліщак Л.П., Ковальчук Н.І., Ліщак І.О. Часник на фермерському полі та присадибній ділянці. Львів: Український бестселер, 2010. 110 с.
5. Тарасенко В.В. Технології вирощування часнику з використанням машин від компанії РОСТА. Стрічково-координатна технологія вирощування часнику. Мелітополь 2017. С. 61-63.

Володимир ШУГАЙЛО³⁷,
студент група 43-А,
факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна,

ЕВОЛЮЦІЯ NO-TILL ТЕХНОЛОГІЙ. ПОЗИТИВНИЙ ТА НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ НУЛЬОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

***Анотація.** Дана наукова робота розкриває точніше і ширше усі важливі моменти які відносяться до NO-TILL технології, а також дає відповіді на питання для чого потрібна система нульового обробітку ґрунту, які є позитивні і негативні сторони цієї агротехнічної процедури. А ще у цій статті подана інформація щодо розвитку і покращення даної технології у землеробстві. Ознайомлення з цими питаннями дасть змогу краще зрозуміти і застосовувати дану систему обробітку у сільському господарстві що позитивно по впливає на ґрунтовий покрив, та зменшить руйнування і погіршення стану землі.*

***Ключові слова.** Сільське господарство, NO-TILL технології, нульовий обробіток, мінімізація обробітку ґрунту, продуктивність, сівозміни, Агросфера,*

³⁷Науковий керівник: Пелех Л.В., кандидат с-г. наук., старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

Annotation. *This scientific work reveals more precisely and comprehensively all the important points related to NO-TILL technology, and also gives answers to the questions why a system of zero tillage is needed, what are the positive and negative sides of this agro technical procedure. This article also provides information on the development and improvement of this technology in agriculture. Getting to know these issues will make it possible to better understand and apply this system of cultivation in agriculture, which has a positive effect on the soil cover, and will reduce the destruction and deterioration of the land.*

Keywords: *Agriculture, NO-TILL technologies, zero tillage, tillage minimization, productivity, crop rotation, Agrosphere.*

Вступ. На сьогоднішній день по всьому світі стрімко зростає і набирає популярності новий вид обробітку ґрунту такий як NO-TILL технологія, ця система передбачає нульовий обробіток ґрунту при якій висадження насіння в землю відбувається шляхом нарізання борозни відповідних розмірів, певної ширини, глибини, яка потрібна для нормального розвитку і росту насіння в шарі ґрунту. Ця технологія унікальна тим що передбачає мінімальний а інколи взагалі нульовий вплив на ґрунтовий покрив, також важливо згадати що технологія no-till дослівно перекладається як «без орний» або «відсутність оранки».

Через це NO-TILL технологія так швидко поширюється по всіх країнах і аграрних господарствах, адже така система допомагає менше завдавати шкоди ґрунту і в певній мірі поступово відроджувати родючість. Звичайно ця система ще не досконала і потребує величезної праці для того щоб краще зрозуміти які є негативні наслідки і побічні ефекти від no-till, тому що важливо розуміти мова йде про масштабні втрати врожаю якщо стане відомо про негативні і небезпечні наслідки системи нульового обробітку. І звичайно зрозуміло що це погано скажеться на всіх сільських господарствах.

Але поки що такий обробіток ґрунту чудово себе зарекомендував і доволі позитивно впливає на приріст врожаю і аграрну сферу в цілому. І тому я вважаю що мої напрацювання допоможуть краще зрозуміти і застосовувати відповідну технологію обробітку, та сподіваюсь що дана інформація в деякій мірі стане поштовхом до удосконалення і подальшого розвитку цієї унікальної технології в аграрній галузі .

Виклад основного матеріалу. NO-TILL технологія (нульовий обробіток ґрунту) – це метод обробітку при якому орний шар ґрунту не обробляється важкими плугами, а використовують спеціальну техніку яка дозволяє обробляти поверхню ґрунту без занурення на велику глибину культиваторами і дисковими боронами, це дозволяє зберегти біологічну активність родючого шару землі, зменшити витрату вологи, і сприяє покращенню стійкості до ерозії. Також цей метод включає в себе мульчування рослинних решток і сприяє утворенню органічного шару ґрунту [5].

Система нульового обробітку ґрунту набуває великої популярності у багатьох країнах світу адже це економічно вигідно і екологічно чисто.

Вже сьогодні така країна як США інтенсивно застосовує у своїх штатах Айові та Іллінойсі цей обробіток. Також Канада, Австралія, Нова Зеландія, Бразилія, використовує на своїх землях цю систему обробітку ґрунту. У європейських країнах впроваджують цю систему Франція, Нідерланди, Німеччина, Бельгія, Швейцарія, щоб зберегти свої ґрунти від ерозії. Звичайно що і в Україні практикують та застосовують no-till технологію адже зрозуміло що використання такого обробітку значно покращить аграрний сектор і посприє збереженню природи в цілому.

Взагалі no-till технологія у світі почала розвиватись ще у 1960-х-1970 роках, з'явилась ця технологія через те що багато країн шукали більш ефективніший спосіб обробітку ґрунту який завдавав би менше шкоди і зменшував ерозійні процеси. Основне завдання цієї системи мінімізація обробітку ґрунту. Також важливо згадати що запропонував цю систему обробітку американець Едвін Ф. Раззі (Edwin F. Reuss) він перше порекомендував no-till технологію ще у 1973 році. І представив систему нульового обробітку на конференції в Іллінойсі що стало подальшим розвитком цієї системи обробітку в усьому світі.

Еволюція нульового обробітку ґрунту це дуже трудомісткий і довготривалий процес що включає в себе покращення і вдосконалення різного роду сільськогосподарської техніки, яка зможе зберегти родючість і врожайну властивість ґрунту. На початку розвитку нульового обробітку аграрії та фермери використовували різні методи які не приносили б шкоди ґрунту. Зокрема це без плуговий обробіток, та проведення мульчування для утворення органіки.

Через деякий період почали впроваджуватись новий спосіб який покращить технологію обробітку, це насамперед автоматизовані трактори, та різні сільськогосподарські машини які точно і без завдання шкоди обробляли шар ґрунту, розвиток точного землеробства також вплинув на технологію no-till і краще модернізував цю систему. Еволюція нульового обробітку ґрунту спрямована також і на екологічні аспекти які слід пригадати тому що важливо розуміти це є дуже важливо як для природи так і для нас.

Позитивний вплив нульового обробітку на родючість ґрунту звичайно очевидний для людей які компетентні в цій технології, ось декілька пунктів:

1. Звичайно зменшення витрат та зниження фінансування на працівників, сільськогосподарську техніку, паливо, та мастила.

2. Покращення стану ґрунтового покриву, відновлення біоти у родючому шарі та зменшення ймовірності появи ерозії,

3. Затримання і зберігання вологи в ґрунті мульчуванням за допомогою рослинних решток .

4. Заощадливий і економний посів насіння за допомогою точних спеціальних сівалок, що відбувається тільки при no-till технології.

5. Покращення і приріст врожайності та продуктивності різного роду сільськогосподарських культур [4].

Негативний вплив і певні нехороші наслідки від no-till також є, і їх потрібно не забувати, та враховувати при застосуванні цієї системи обробітку в господарстві.

1.Внесення великої кількості хімікатів для знищення бур'янів шкідників та хвороб. Адже в цьому випадку не проводиться механічний спосіб боротьби за допомогою оранки дискування і боронування.

2.Затримання надмірної кількості вологи що призводить до появи шкідників і грибкових хвороб, та в деяких місцях можливе заболочування замулення.

3.Потреба проводити щорічно вирівнювання поверхні поля та коткування для підготовки до посіву, що також ускладнює в деякій мірі цю технологію.

4.Дорого вартісна агротехніка яка потрібна для no-till, та висока оплата праці спеціаліст-агроному який повинен розумітися у цій технології.

5.Доцільне і точне формування сівозміни і правильний підбір культури теж не завжди легкий процес, що також зрозуміло ускладнює нульову систему обробітку ґрунту [3].

Позитивні сторони впливу нульового обробітку ґрунту на екологію:

Багато досліджень і наукових статей дозволяють зробити висновок що no-till технологія має великий позитивний вплив на ґрунти та екологію в цілому

Насамперед один із таких доказів це високий рівень збереженої вологи що підвищує всі властивості ґрунтового шару.

Також дуже позитивно no-till впливає на підвищення рівня врожайності за недавніми даними продуктивність ґрунту зросла 14,3 до 22,9 %.

І як вже згадувалось вище за допомогою no-till припиняється руйнування, і підвищується біологічна активність в земельному шарі ґрунту.

Знижується витрата пального на 50% що також позитивно для екології.

Сутність no-till технології полягає в тому щоб зберегти ґрунти України та й взагалі у всьому світі, адже відомо що на даний час в нас дуже складна ситуація з ґрунтами, через нераціональне використання. Також при надмірному зловживанні ґрунтами і виснаженню чорноземів різними культурами. Важливо згадати ще і те що через воєнні дії в нашій країні знищено понад п'ять мільйонів гектар, на відновлення яких потрібно буде декілька сотень а то й тисячі років [6].

Так ось на мою думку система нульового обробітку дуже актуальна в наш час і зможе зупинити руйнування і вирішити більшість проблем пов'язаних з ґрунтами, і крім цього потрібно дбайливо відноситись до землі, і забезпечувати ґрунти поживними елементами, органічними добривами, сидератами, контролювати поливи, не забруднювати хімікатами, і вже згодом процес відродження і покращення ґрунту почне відбуватись хоча і повільно але впевнено.

Перспективи застосування нульового обробітку, no-till дозволяє зменшити витрати фізичні та фінансові, зрозуміло що догляд за культурою і технологія обробітку простіші і менш затратні, та й посіви під таку систему

обробітку зменшують негативні ерозійні процеси, тому більшість фермерів надають перевагу саме no-till технології [2].

Висновки. На сьогоднішній день для ґрунтів потрібен догляд і відповідно хороший обробіток, і ясна річ що саме no-till технологія допоможе в такій ситуації. Адже ця система обробітку передбачає спосіб який не завдає шкоди ґрунту і це один із дієвих і корисних методів. Я вважаю що майбутнє за no-till технологією. Адже вже на даний час більшість країн світу перейшли на цю систему обробітку. І це звичайно розумний та правильний вибір. Потрібно розуміти що земля, ґрунтовий покрив це жива субстанція якій потрібно живлення, відновлення та відпочинок. Тому важливо не забувати цього, не виснажувати ґрунти і з розумінням відноситись до землі. І я думаю що моя стаття допоможе в цьому плані, і стане поштовхом в аграрній сфері до змін на краще.

Список використаної літератури

1. No-Till технологія: система нульового обробітку ґрунту: веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/no-till-tekhnologia/> (дата звернення 13.09.2024).
2. Технологія No-Till в Україні: система нульової обробки ґрунту для агронома: веб сайт. URL: <https://lnzweb.com/blog/tehnolog-ya-no-till> (дата звернення 13.09.2024).
3. Система нульового обробітку ґрунту (No-Till) Словник агронома: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/sistema-nulovogo-obrobitku-gruntu-no-till-id20489> (дата звернення 13.09.2024).
4. Система нульового обробітку землі: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BD%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%82%D0%BA%D1%83_%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D1%96 (дата звернення 13.09.2024).
5. No-Till технологія: система нульового обробітку ґрунту: веб-сайт. URL:
6. https://agroapp.com.ua/uk/blog/no-till-texnologiya-sistema-nulovogo-obrobitku-gruntu/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiArrCvBhCNARIsAOkAGcWu_SlvPHjV_Iv_fRn0c1frJtJkq3YNWDQwPjC1e9E1C3N8X81JUQIEaAkTcEALw_wcB (дата звернення 13.09.2024).

Владислав ЯРЕМЧУК³⁸,
студент 3-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЇ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

***Анотація.** У цій статті розглядаються сучасні технології точного землеробства, спрямовані на збереження земельних ресурсів: аналізуються основні принципи точного землеробства, включаючи GPS-навігацію, змінні норми внесення добрив, дистанційне зондування та використання дронів. Особливу увагу приділено впливу цих технологій на підвищення ефективності використання ресурсів, підтримання родючості ґрунтів та зменшення впливу на довкілля. Результати дослідження показують великий потенціал точного землеробства у зменшенні витрат на пестициди, оптимізації використання водних ресурсів та зменшенні ерозії ґрунтів. Дослідження також надає рекомендації щодо впровадження цих технологій у сільське господарство для забезпечення сталого розвитку та захисту довкілля.*

***Ключові слова:** точне землеробство, збереження земельних ресурсів, GPS-навігація, змінна норма внесення добрив, дистанційне зондування, дрони, сталий розвиток, агроекологія, оптимізація ресурсів, зниження екологічного впливу.*

***Annotation.** This article examines modern precision farming technologies aimed at preserving land resources: the basic principles of precision farming are analyzed, including GPS navigation, variable fertilizer application rates, remote sensing and the use of drones. Special attention is paid to the influence of these technologies on increasing the efficiency of resource use, maintaining soil fertility and reducing the impact on the environment. The results of the study show the great potential of precision agriculture in reducing pesticide costs, optimizing the use of water resources and reducing soil erosion. The study also provides recommendations for implementing these technologies in agriculture to ensure sustainable development and environmental protection.*

***Key words:** precision agriculture, conservation of land resources, GPS-navigation, variable rate of fertilization, remote sensing, drones, sustainable development, agroecology, optimization of resources, reduction of environmental impact.*

³⁸Науковий керівник: Васильков О.В., асистент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

Вступ. Сучасне сільське господарство стикається з численними викликами, серед яких найважливішими є збереження земельних ресурсів та забезпечення продовольчої безпеки. Зростання населення планети, змінення клімату та вичерпання природних ресурсів вимагають від аграрної галузі впровадження інноваційних підходів, що сприятимуть підвищенню ефективності виробництва та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Одним із таких підходів є технології точного землеробства, що передбачають використання сучасних інструментів і методів для оптимізації аграрних процесів.

Точне землеробство – це інноваційний напрямок, який базується на використанні високотехнологічних рішень, таких як GPS-навігація, змінна норма внесення добрив, дистанційне зондування та безпілотні літальні апарати (дрони). Ці технології дозволяють здійснювати диференційований підхід до обробітки земельних ділянок, враховуючи їхні індивідуальні особливості. Як наслідок, аграрії можуть досягати значної економії ресурсів, підвищувати врожайність та зменшувати негативний вплив на ґрунти [1, 2].

Впровадження точного землеробства сприяє сталому розвитку аграрної сфери, дозволяючи зберігати та поліпшувати родючість ґрунтів, ефективно управляти водними та мінеральними ресурсами, а також знижувати рівень забруднення довкілля агрохімікатами. Враховуючи актуальність цих питань, дане дослідження має на меті оцінити потенціал і ефективність технологій точного землеробства для збереження земельних ресурсів, а також визначити перспективи їх впровадження у різних регіонах світу [1, 2].

Таким чином, стаття спрямована на всебічний аналіз можливостей точного землеробства як інструменту сталого розвитку, що дозволяє зберегти та примножити земельні ресурси, забезпечуючи при цьому екологічну безпеку та ефективність агровиробництва.

Виклад основного матеріалу. Технології точного землеробства ґрунтуються на використанні сучасних інформаційних технологій і датчиків для збору, аналізу та використання даних для оптимізації аграрних процесів. Принцип роботи цих технологій базується на трьох основних етапах: збір даних, аналіз даних та прийняття рішень [3].

На першому етапі збору даних у точному землеробстві використовуються різні інструменти, зокрема GPS, супутникові знімки, дрони та ґрунтові датчики. Дрони використовуються для аерофотозйомки, картографування полів, моніторингу стану посівів та внесення добрив і пестицидів. Це забезпечує високу точність, швидке отримання даних та ефективне управління вирощуванням, що особливо важливо на великих фермах. GPS-навігація допомагає точно визначити місцезнаходження техніки та уникнути перекриттів і пропусків під час обробітки ґрунту, заощаджуючи таким чином ресурси та зменшуючи вплив на навколишнє середовище. Дистанційне зондування за допомогою супутникових знімків, аерофотозйомки та даних з дронів допомагає контролювати стан рослин і ґрунту, своєчасно

виявляючи такі проблеми, як дефіцит вологи та поживних речовин, і мінімізуючи втрати врожаю (Рис. 1) [3, 4].

На другому етапі аналізу даних використовується спеціалізоване програмне забезпечення та алгоритми для обробки зібраної інформації. Для цього використовуються методи географічних інформаційних систем (ГІС) для створення детальних карт полів та виявлення ділянок з різними агрономічними характеристиками. Алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту використовуються для прогнозування врожайності та виявлення проблемних ділянок, таких як дефіцит поживних речовин або пошкодження шкідниками на полі. Ці алгоритми аналізують великі обсяги даних з різних джерел і можуть виявляти закономірності, невидимі для людського ока [3, 4].

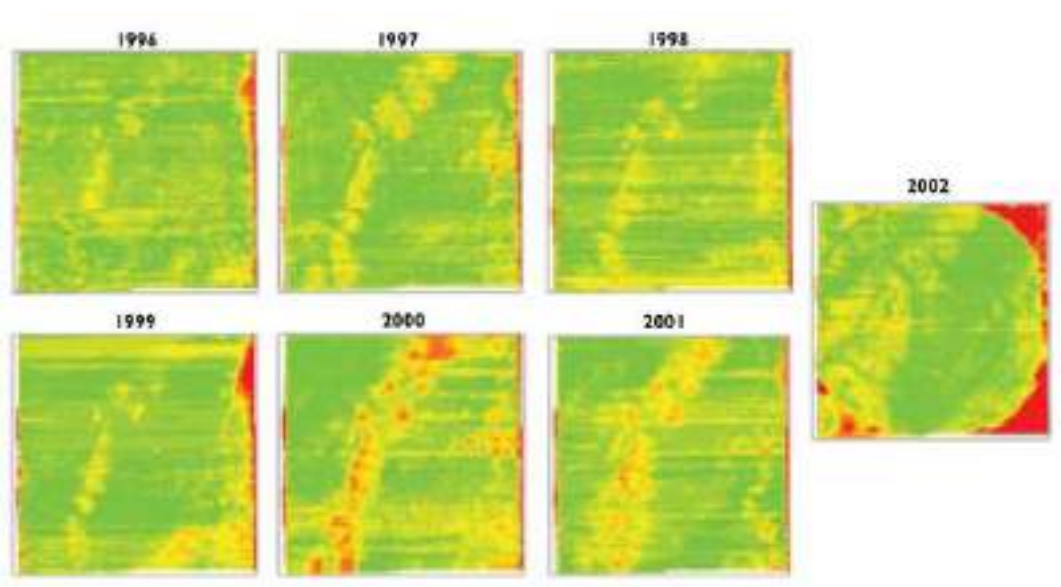


Рис 1. Картографування врожайності полів за допомогою технологій точного землеробства [5].

На третьому етапі фермери використовують аналіз даних, щоб визначити, як найкраще управляти своїми культурами. Це включає диференційоване внесення добрив і засобів захисту рослин, коригування режимів зрошення, зміну технологій вирощування та вибір часу і методів збору врожаю. Алгоритми оптимізації та моделювання можуть бути використані для розрахунку найбільш ефективних стратегій вирощування, які зменшують споживання ресурсів. Однією з таких технологій є метод змінного внесення добрив (VRA). Ця технологія дозволяє рослинам отримувати оптимальну кількість поживних речовин шляхом внесення добрив на різні ділянки поля відповідно до їхніх потреб. Використання змінної норми внесення добрив може допомогти знизити витрати на добрива, підвищити врожайність і зберегти родючість ґрунту (Рис. 2) [3, 4].

Підвищення врожайності є основною перевагою точного землеробства. Використовуючи дані про стан ґрунту, рівень вологи та поживних речовин, фермери можуть оптимізувати умови вирощування рослин. Це підвищує продуктивність окремих ділянок, що призводить до збільшення врожайності.

Крім того, точне управління зменшує втрати врожаю завдяки своєчасному виявленню та лікуванню хвороб і шкідників, що позитивно впливає на загальну врожайність. Збереження ґрунтових ресурсів – ще одна важлива перевага технологій точного землеробства. Оптимізуючи внесення добрив і води, можна зменшити ризик деградації ґрунту, наприклад, ерозії та забруднення. Методи точного землеробства допомагають підтримувати достатню родючість ґрунту, зменшують потребу в надмірному застосуванні пестицидів і забезпечують рівномірний розподіл поживних речовин. Це допомагає підтримувати і відновлювати початкові властивості ґрунту в довгостроковій перспективі [6].



Рис. 2. Розрахунок кількості й вартості внесення добрив (VRA) [7].

Методи точного землеробства також відіграють важливу роль у збереженні земельних ресурсів, надаючи фермерам інструменти для ефективного управління природними ресурсами. Однією з головних переваг є збереження води. Вони використовують системи контролю вологості, такі як системи крапельного зрошення та датчики вологості ґрунту, для точного регулювання кількості води, необхідної рослинам. Це запобігає надмірному поливу і гарантує, що вода вноситься тільки там, де вона дійсно необхідна. Це зменшує споживання води, що є не лише економічно вигідним, але й економить водні ресурси, особливо в районах з обмеженим водопостачанням [8].

Зменшення ерозії ґрунту – ще один важливий аспект внеску точного землеробства у збереження земельних ресурсів: технології точного землеробства, такі як GPS-навігація та диференційоване внесення добрив, дозволяють уникнути перекривання посівів і пропусків. Це рівномірно розподіляє навантаження на ґрунт і зменшує ризик ерозії, яка може виникнути через нерегулярний обробіток і надмірне використання техніки. Крім того, точне управління зменшує потребу в пестицидах і допомагає запобігти забрудненню поверхневих і підземних вод, яке може спричинити ерозію та деградацію ґрунту. Більш ефективне використання добрив та органічних речовин покращує родючість ґрунту. Зменшення використання хімічних добрив

і більш точно їх внесення допомагає підтримувати оптимальний баланс поживних речовин у ґрунті, допомагаючи запобігти виснаженню та деградації ґрунтів, що важливо для довгострокового збереження земельних ресурсів [9].

Тому для успішного впровадження технологій точного землеробства в аграрному секторі важливо дотримуватися деяких ключових рекомендацій, які забезпечать максимальну ефективність і раціональне використання земельних ресурсів. Перш за все, необхідно ретельно оцінити властивості ґрунту, такі як родючість, структура та рівень вологості, з урахуванням місцевих агрокліматичних умов. Таким чином, можна підібрати найбільш підходящу технологію для конкретного регіону та сформулювати індивідуальні рекомендації для кожної земельної ділянки. Ще однією важливою рекомендацією є поетапне впровадження технологій. Починаючи з найпростіших рішень, таких як змінне внесення добрив і пестицидів, слід поступово впроваджувати більш складні системи, такі як управління зрошенням і аналіз ґрунту.

Іншим важливим аспектом є інвестиції в навчання персоналу та розбудову потенціалу. Оскільки технології точного землеробства вимагають знань і навичок, необхідно організовувати навчальні програми та семінари, щоб агрономи та фермери могли ефективно використовувати обладнання та інтерпретувати дані. Все це вимагає інвестицій у найсучасніше обладнання та програмне забезпечення, а також спеціалізоване обладнання, таке як системи GPS, дрони, датчики вологості ґрунту та агрономічне програмне забезпечення.

Важливу роль відіграє також співпраця з науковими установами та агробізнесом. Це забезпечує експертну підтримку, доступ до останніх досліджень та інноваційних рішень у сфері точного землеробства. Науково-дослідні інститути та агротехнологічні компанії можуть надати практичні поради та допомогти у виборі найбільш ефективних рішень для конкретних умов. Нарешті, рекомендується активно використовувати програми державної підтримки. Багато країн пропонують фінансову підтримку сільськогосподарських інновацій, що може значно зменшити витрати на обладнання та дослідження. Урядові програми також надають підтримку навчанню та дослідженням, що може сприяти впровадженню новітніх технологій точного землеробства.

Дотримання цих рекомендацій сприятиме успішному впровадженню технологій точного землеробства. Це підвищить продуктивність сільськогосподарського виробництва, дозволить ефективно зберігати земельні ресурси, зменшить вплив сільського господарства на навколишнє середовище та забезпечить довгострокову стійкість аграрного сектору.

Висновок. Технології точного землеробства надають значні переваги в управлінні сільськогосподарськими процесами, демонструючи своє важливе значення для підвищення ефективності аграрного виробництва і збереження природних ресурсів. У порівнянні з традиційними методами, точне землеробство забезпечує значну економію ресурсів, зокрема води та агрохімікатів. Завдяки використанню високоточних інструментів для збору і

аналізу даних, таких як GPS-навігація, дрони та системи дистанційного зондування, аграрії можуть здійснювати точне і диференційоване внесення добрив і пестицидів, що сприяє значному зниженню витрат на ці ресурси та зменшенню їх негативного впливу на довкілля.

Зменшення витрат на агрохімікати, підвищення врожайності і покращення родючості ґрунтів є прямими результатами впровадження точних технологій у сільському господарстві. Точне внесення добрив і оптимальне управління водними ресурсами не лише забезпечують підвищення продуктивності кожної ділянки поля, але й сприяють довгостроковій підтримці родючості ґрунтів. Це допомагає уникнути їх деградації та виснаження, що є критично важливим для сталого розвитку аграрного сектору.

Окрім того, технології точного землеробства суттєво зменшують екологічний вплив сільського господарства. Зменшення рівня забруднення від хімікатів, зменшення ерозії ґрунту і зниження викидів парникових газів свідчать про те, що ці технології сприяють не лише підвищенню ефективності аграрного виробництва, але й охороні навколишнього середовища. Завдяки точному управлінню ресурсами, аграрії можуть зменшити негативний вплив на екосистеми і водні ресурси, що робить точне землеробство важливим кроком до забезпечення сталого і екологічно відповідального сільськогосподарського виробництва.

Враховуючи всі ці аспекти, можна стверджувати, що впровадження технологій точного землеробства має потенціал не тільки для підвищення ефективності аграрного виробництва, але й для досягнення більшої екологічної стійкості. Це робить точне землеробство важливим інструментом для сучасного сільського господарства, який сприяє збереженню природних ресурсів і забезпеченню сталого розвитку аграрної галузі.

Список використаних джерел

1. E. M. B. M., Le, A. T., Neo, S., Chung, Y. S., & Mansoor, S. The Path to Smart Farming: Innovations and Opportunities in Precision Agriculture. 2023. 26 с.
2. Точне землеробство. URL: <http://surl.li/pxiaud> (Дата звернення 05.09.2024 р.)
3. Brinkle, C. Precision Agriculture: Definition, Key Technologies, and Benefits. Thomasnet. 2024. 7 с.
4. Tekinerdogan, B. Data Management in Precision Agriculture. Encyclopedia of Smart Agriculture Technologies. 2023. 20 с.
5. Моніторинг і картографування урожайності. URL: <https://www.agrilab.ua/monitoryng-i-kartografuvannya-urozhajnosti/> (Дата звернення 06.09.2024 р.)
6. Zeptogreens. Boosting Crop Yield: The Power of Precision Agriculture. Zeptogreens. 2023. 19 с.
7. Диференційоване внесення ресурсів (VRA) на полях. URL: <https://eos.com/uk/products/crop-monitoring/key-functions/variable-rate-technology/> (Дата звернення 07.09.2024 р.)

8. Alka Turalija, Atılgan Atılgan, Danijel Jug, Marija Ravlić. Field Performance Evaluation of Low-Cost Soil Moisture Sensors in Irrigated Orchard. 2024. 17 c.
9. David A. Mortensen, Ian M. Ray, & Bob C. Wilson. Precision Agriculture: A Comprehensive Approach. 2021. 350 c.
10. Basso, B., & Fiorentino, M. Precision Agriculture and Sustainability: New Tools for Environmental Monitoring and Resource Management. 2018. C. 91-102.
11. Pittman, K., & Cavigelli, M. Using Precision Agriculture to Improve Soil Nutrient Management and Reduce Environmental Impacts. 2020. 296 c.

НАПРЯМ
2

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Олександра ДУДНИК³⁹,
студентка 1-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІНВАЗІЙНІ ВИДИ РОСЛИН ЇХ ВПЛИВ НА ФЛОРУ УКРАЇНИ ТА МЕТОДИ БІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ

Анотація. Ця стаття присвячена проблемі регулювання поширення і чисельності інвазійних видів рослин, зменшення їх негативного впливу на біологічне різноманіття України. Розглядається стан забруднення екосистеми найбільш небезпечними інвазійними видами: борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L), ваточник сирійський (*Asclepias syriaca*), золотушник канадський (*Solidago canadensis*), клен ясенелистий (американський), дуб червоний тощо. А також, деякі методи біологічного контролю (біологічного регулювання) активності інвазійних рослин за допомогою їх природних ворогів. Аналізується досвід міжнародної спільноти у питаннях законодавчого регулювання з приводу контролю розповсюдження інвазійних рослин. За результатами досліджень встановлено, що поширення інвазійних видів рослин визнано однією з найбільших загроз для рослинних угруповань, оскільки види рослин, які у минулому вводились в культуру, вийшли далеко за межі сільського та народного господарства, а тому несуть небезпеку для природного середовища.

Ключові слова: інвазійні рослини, флора, природні екосистеми, біологічний контроль.

Annotation. This article is devoted to the problem of regulating the spread and number of invasive plant species, reducing their negative impact on the biological diversity of Ukraine. The state of pollution of the ecosystem by the most dangerous invasive species is considered: *Heracleum sosnowskyi* Manden, ambrosia

³⁹Науковий керівник: Яковець Л.А., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

artemisiifolia L, Syrian cottonwood (Asclepias syriaca), Canadian goldenrod (Solidago canadensis), ash maple (American), red oak, etc. And also, some methods of biological control (biological regulation) of the activity of invasive plants with the help of their natural enemies. The experience of the international community in matters of legislative regulation regarding the control of the spread of invasive plants is analyzed. Based on the results of research, it was established that the spread of invasive plant species is recognized as one of the greatest threats to plant communities, since the plant species that were introduced into culture in the past went far beyond the borders of agriculture and national economy, and therefore pose a danger to the natural environment.

Keywords: *invasive plants, flora, natural ecosystems, biological control.*

Вступ. Інвазійні рослини становлять значну небезпеку для цілісності природних екосистем, так і для різноманітних сфер господарської діяльності. На сьогоднішній час збитки від інвазійних рослин є значними, особливо якщо це стосується їх впливу на сільське, лісове та водне господарства, території природно-заповідного фонду. Збитки від інвазій, що відбуваються не в агроценозах, а в природних екосистемах, важко оцінити матеріально, проте їх вплив на біорізноманіття, фізико-хімічні показники ґрунтів, зміни в екосистемах та на екологічну рівновагу загалом є досить масштабним.

Мета. Дослідити та проаналізувати вплив інвазійних рослин на флору України. Виявити основні методи контролю та стримування інвазійних рослин.

Виклад основного матеріалу. Рослини, що є для певної місцевості природними видами, які росли там історично й еволюційно і сформували свої угруповання чи харчові ланцюги, називають аборигенними. Далеко не всі види в Україні є саме такими. У певні історичні часи інші види рослин і тварин були завезені цілеспрямовано чи випадково на територію України, і зазвичай, вони добре пристосувалися до нових умов. Такі види називають чужорідними (інтродукованими). Деякі з них настільки добре почувують себе в новому середовищі, що активно розмножуються, захоплюють усе нові території та витісняють аборигенні види. Їх і називають інвазійними [1].

Інвазійні види значно змінюють екосистеми та збіднюють їхнє біорізноманіття, витісняючи природні види. Частина їх є видами-трансформерами, які не просто витісняють одного чи двох природних конкурентів, а й своєю життєдіяльністю впливають на умови довкілля (наприклад, деякі рослини мають здатність змінювати хімічний склад ґрунту). Нові умови, що створюються приваблюють інші нехарактерні види, і в результаті цього змінюється вся екосистема [1].

Найбільш поширеними інвазійними рослинами на території України є: борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden) (рис. 1), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), ваточник сирійський (*Asclepias syriaca*), золотушник канадський (*Solidago canadensis*), клен ясенелистий (американський), дуб червоний тощо [1].

Розглянемо деякі з них.



Рис. 1. Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden)

Наприклад, борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden) розповсюджений по всій території України. Рослина виростає до 3-5 метрів заввишки. В перші роки не вибиває пагона, росте у вигляді куща та збільшує кореневище. На 2-3 рік з'являється трубчастий пагін із декількома суцвіттями. Перецвівши, рослина гине. Скошена рослина, яка не відцвіла дає пагін на наступний рік і може жити та повторювати вибивання пагону протягом багатьох років допоки не відцвіте. Якщо, стовбур перебитий, за умови теплої погоди рослина квітне повторно через 1-2 тижні. На вцілілих пагонах в при листових розетках розвиваються квіти, причому в більшій кількості. Насіння рослини поширюється на відстань у 5-6 метрів, та зберігає здатність до проростання протягом декількох років. Борщівник – гарний медонос, проте у своїх заростях витісняє усі квіткові культури. Становить велику загрозу здоров'ю людини. При дотику виникає незначне подразнення, але з потраплянням на шкіру ультрафіолету розвиваються великі водянисті пухирі. З'являються вони не зразу, а через 1-2 дні, поступово розвиваючись із-за впливу сонця. Часто людина не усвідомлює причину опіків. Місця ураження довго загоюються [2].



Рис. 2. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Активно розвивається і поширюється, особливо в південних регіонах, амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) (рис. 2) з родини айстрових, що

є надзвичайно небезпечним карантинним бур'яном. На територію України вона потрапила на початку ХХ ст. та стала космополітом помірної зони. Так, 2021 року бур'ян зростав на узбіччях доріг, пустирях, виноградниках, у посівах польових культур, садах, приватних садибах. За даними фахівців Інституту захисту рослин НААНУ, за середньої густоти стояння амброзія з 1 га виносить із ґрунту кількість поживних речовин, що еквівалентна 7-8 ц мінеральних добрив та споживає до 2000 т води, чого достатньо для формування 40-50 ц/га зерна. Рослина досить плодovита: підраховано, що на окремих ділянках чисельність насіння може перевищувати 200 млн. шт. на 1 га та зберігає життєздатність у ґрунті впродовж від 5 до 40 років [3]. Рослина має схильність до мінливості, особливо за формою листка: вузько листкові – це більш ранні форми, що розвиваються протягом вегетаційного сезону; широколисті, злегка бордові – рослини, сходи яких з'являються пізніше і витримують перші заморозки. Цвітіння бур'яну, залежно від зони зростання, спостерігається з липня і до початку листопада. Може викликати сильні алергічні реакції у людей [3].

Ще однією такою рослиною є золотушник канадський (*Solidago Canadensis*) (рис. 3). Особливо сильно цю рослину помітно в серпні – вересні, коли він цвіте. Ця рослина не є карантинним об'єктом, але його пилок також може викликати сильну алергічну реакцію під час цвітіння (липень- жовтень) у людей схильних до проявів алергії. Найбільш частими є прояви: алергічний кон'юнктивіт (почервоніння очей, сильна сльозотеча), який супроводжується ренітом (свербіж та водянисті виділення з носу) [3].

Багаторічна трав'яниста рослина з родини айстрових, стебло вертикальне 60-120 см заввишки, в верхній частині розгалужене. Дозрівання сім'янок відбувається з кінця серпня і до жовтня. Абсолютно не вибагливий до ґрунту, віддає перевагу яскравому освітленню, хоча пристосований і до полу тіні, має відмінну морозо- і посухостійкість.



Рис. 3. Золотушник канадський (*Solidago canadensis*)

Швидко поширюється на узбіччях, лісосмугах, лісових вирубках і закинутих полях. Рослина – агресор: він не є отруйним, але у його коренях виробляються особливі хімічні речовини, які не дають змогу рости іншим рослинам, змінюється склад і структура ґрунту. Дернина стає жорсткою, уповільнюється аерація. Це не дає можливості проростати насінню злаків та

інших квітів. Кількість інших рослин, які ростуть по сусідству з золотушником може скорочуватись з 30-50 до 3-5.

Наразі проблема контролю за розповсюдженням інвазійних рослин в Україні і світі стоїть дуже гостро. А традиційні методи, що включають механічне знищення або обробку гербіцидами не завжди приносять бажаний результат. Карантинний режим та культурний контроль насаджень приносить бажаний результат тільки на початкових стадіях розвитку інвазій. Тому, одним із найбільш екологічно обґрунтованих методів вважається біологічний контроль. Його розглядають як альтернативний до традиційних видів регулювання [4].

Зазвичай на практиці використовуються такі механічні методи боротьби як вирубування, викошування, створення механічних бар'єрів, вкривання інвазійних популяцій різними укритими матеріалами (геотекстилем, плівкою, картоном) тощо. Але, такі заходи здебільшого є ефективними для лише для локалізації «точкових» інвазій на не великих територіях. Також цей метод є дуже трудомістким і потребує неодноразового повторення [4].

У сільському господарстві переважно використовують хімічні методи боротьби з інвазійними рослинами. Тому, що на відміну від механічного його легше застосовувати на великих територіях. До хімічних методів відносять обробку синтетичними гербіцидами (інгібітори фотосинтезу, метаболізму ліпідів, жирних кислот та амінокислот, інгібітори клітинного поділу, синтетичні аналоги фітогормонів тощо), що пригнічують метаболізм інвазійних рослин. Недоліками хімічного методу є те, що гербіциди можуть пригнічувати ріст не тільки інвазійних видів, а й видів місцевої флори, а також їх широке використання сприяє розвитку резистентності інвазійних рослин до цих речовин, що значно знижує їх ефективність у подальшому використанні. Окрім того, неконтрольоване використання гербіцидів становить небезпеку для довкілля та здоров'я людини.

Змінюючи характер рослинності, а також біогеохімічні особливості ландшафту інвазійні рослини сприяють зменшенню господарської цінності та комерційної вартості земель. У Європі та Північній Америці активно розвивається і впроваджується альтернативний комплекс методів боротьби з інвазійними рослинами – біологічний контроль. Теоретичною базою біологічного контролю є гіпотеза «втечі від природних ворогів», яку ще вперше сформулював Ч. Дарвін. Класичний біоконтроль ґрунтується на інтродукції спеціалізованих природних ворогів (паразитів, патогенів, фітофагів) для стримування популяцій інвазійних рослин. Метою біологічного контролю є зменшення впливу інвазійних рослин на місцеві види та рослинні угруповання до такої міри, коли ріст останніх майже не пригнічується.

Агентами біоконтролю інвазійних рослин можуть бути різні організми, зокрема, тварини (переважно комахи), гриби, бактерії, віруси тощо. Наразі найбільш перспективними агентами біоконтролю вважають комах [4].

Виділяють наступні методи біологічного контролю як класичний, біоконтроль шляхом створення асоціацій, метод «біологічного затоплення» та біохімічний контроль.

Класичний біоконтроль полягає у застосуванні неаборигенних організмів як агентів контролю інвазійних рослин. Вимоги до їхньої видоспецифічності та ефективності стосовно регульованого інвазійного виду є надзвичайно високими, щоб звести до мінімуму можливість ураження представників місцевої флори. Основними перевагами методу, за умови правильної організації заходів, є його тривалий ефект, високо специфічна дія агентів контролю, відсутність значного впливу на місцеві види флори і фауни, відносно низька вартість, порівняно з традиційними методами. Серед основних недоліків – небезпека видонеспецифічної дії, тривалість і складність підготовки заходів регулювання (не менше трьох років від визначення агентів біоконтролю до їх піднесення у межах вторинного ареалу), труднощі з масовим розмноженням агентів, необхідність постійного детального моніторингу стану популяцій як агента біоконтролю, так і власне регульованого виду [4].

Метод створення нових асоціацій полягає у використанні аборигенних агентів контролю, які можуть мати ширший спектр господарів або взагалі бути генералістами. Часто філогенетично споріднені види рослин, що поширені в різних частинах світу, мають подібний характер взаємодії з фітофагами та патогенами, що є наслідком їх еволюційної та екологічної конвергенції. Метод виправдовує себе тоді, коли природні консорти інвазійного виду з якихось причин є малоефективними. Як правило, основним чинником інвазійності таких рослин у новому ареалі є не «втеча від природних ворогів», а якийсь інший фактор [5].

Суть методу «біологічного затоплення» полягає у короткочасних але масових вивільненнях аборигенної фауни або аборигенних мікроорганізмів чи фітофагів на інвазійні популяції. Після зменшення чисельності популяції інвазійного виду, чисельність популяції агента також зменшується, повертаючись до фонового рівня. Перевагами такого методу є менша тривалість підготовки до вивільнення, використання місцевих видів, потужний, але короткочасний ефект. Недоліками методу є висока імовірність ураження видів природної флори через недостатню специфічність агентів біоконтролю, необхідність періодичного повторення обробки.

При біохімічному методі використовуються не самі організми, а біологічно активні речовини, які або безпосередньо впливають на інвазійні популяції, або посилюють дію певних патогенів і фітофагів. Перевагами цього методу є те, що маніпуляції проводять не з самим організмом, а з його метаболітами, і, відповідно, не має ризику виходу певного виду з-під контролю. Недоліками є складність пошуку та відбору специфічних сполук – ад'ютантів та їх виділення або синтез у тих обсягах, що необхідні для масового застосування.

Висновок. Отже, поширення інвазійних видів рослин визнано однією з найбільших загроз для рослинних угруповань, оскільки види рослин, які у

минулому вводились в культуру, вийшли далеко за межі сільського та народного господарства, а тому несуть небезпеку для природного середовища. Інвазійні рослини, як і усі не аборигенні види – найбільш динамічна складова флори, яка непередбачувано реагує на природні та антропогенні зміни, біологічні та екологічні особливості й здатна забезпечити швидке їх поширення і високу чисельність на нових територіях.

Список використаної літератури

1. Інвазійні види шкідливих організмів в Україні. 2023. URL:<https://propozitsiya.com/ua/invaziyni-vydy-shkidlyvyh-organizmiv-v-ukrayini>. (дата звернення 04.09.2024).
2. Мосякін А. С. Методи біологічного контролю (біологічного регулювання) активності інвазійних рослин: приклади й перспективи застосування. *Наукові основи збереження біологічної різноманітності*. 2012. Том 3(10). №1. С.93-109.
3. Протопопова В.В., Мосякін С.Л., Шевера М.В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. 2002. 28 с.
4. Зав'ялова Л.В. Види інвазійних рослин, небезпечні для природного фіторізноманіття об'єктів природно-заповідного фонду України. *Біологічні системи*. 2017. Т. 9. Вип. 1. С. 87-107.
5. Ніколаєнка С.М. Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, охороні та збереженні рослинного світу : монографія. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. 476 с.

Антоній ГОЛОСКЕВИЧ-ВАСИЛЕЦЬ⁴⁰,

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

ВПЛИВ ІНВАЗІЙНИХ ВИДІВ РОСЛИН НА МІСЦЕВІ ЕКОСИСТЕМИ: ВИПАДКИ ТА ШЛЯХИ БОРОТЬБИ

Анотація. Вказано про те, що інвазійні види рослин можуть спричинити не лише проблеми зі здоров'ям, а й негативний вплив на економіку та навколишнє середовище – поступове зменшення біорізноманіття та зниження родючості ґрунту. Зазначено, що методи боротьби з інвазійними видами часто є ефективними в короткостроковій перспективі та включають ймовірність дисбалансу екосистеми з часом. Висвітлено те, що інвазійні види рослин представляють собою глобальну проблему, котра прискорюється

⁴⁰Науковий керівник: Яковець Л.А., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

нинішнім рівнем забруднення та суспільством, що швидко розвивається. Наведено, що знання хімічного складу різних частин рослин інвазійних видів, їхнього потенціалу для розробки нових продуктів та їх впливу на здоров'я сприятимуть ефективному механічному, хімічному чи біологічному контролю та комплексному управлінню. В даній статті досліджується вплив інвазійних видів рослин на місцеві екосистеми і вказано випадки та шляхи боротьби.

Ключові слова: інвазійні види рослин, негативний вплив, родючість ґрунту, місцеві екосистеми, рівень забруднення.

Annotation. It is indicated that invasive plant species can cause not only health problems, but also a negative impact on the economy and the environment – a gradual decrease in biodiversity and a decrease in soil fertility. It is noted that invasive species control methods are often effective in the short term and involve the possibility of ecosystem imbalance over time. It highlights that invasive plant species are a global problem that is being accelerated by current levels of pollution and a rapidly evolving society. It is stated that knowledge of the chemical composition of various plant parts of invasive species, their potential for the development of new products, and their impact on health will contribute to effective mechanical, chemical or biological control and integrated management. This article examines the impact of invasive plant species on local ecosystems and indicates cases and ways of combating them.

Keywords: invasive plant species, negative impact, soil fertility, local ecosystems, level of pollution.

Вступ. Важливо зазначити, що інвазійні види рослин є немісцевими рослинами, котрі завезені в нове середовище, де вони не зустрічаються в природі. Відповідно ці види можуть мати глибокий і часто згубний вплив на місцеві екосистеми. Слід врахувати те, що інвазійні види можуть витіснити місцеві рослини, а також змінити середовище їхнього існування, порушити ланцюги живлення та завдати значної економічної шкоди. Варто наголосити на тому, що інвазійні види рослин становлять серйозну загрозу для біорізноманіття, стабільності екосистеми та економічних ресурсів у всьому світі. Боротьба з інвазійними видами рослин є складним завданням, яке потребує скоординованих зусиль на багатьох рівнях, включаючи профілактику, раннє виявлення, контроль і відновлення.

Метою цієї статті є дослідження впливу інвазійних видів рослин на місцеві екосистеми і наведення випадків та шляхів боротьби.

Виклад основного матеріалу. Інвазійні види рослин становлять значну загрозу місцевим екосистемам, змінюючи структуру середовища існування, скорочуючи біорізноманіття та порушуючи функції екосистеми. Вплив цих видів може бути глибоким, що призведе до довгострокових екологічних та економічних наслідків.

Одним із найбільш безпосередніх і помітних впливів інвазійних видів рослин є руйнування місцевих рослинних угруповань. Інвазійні рослини часто

мають характеристики, які дають їм конкурентну перевагу над місцевими видами, такі як швидкий ріст, плідне виробництво насіння або стійкість до широкого діапазону умов середовища. Після встановлення ці інвазійні види можуть домінувати в екосистемі, витісняючи місцеві рослини та зменшуючи біорізноманіття.

Інвазійні рослини також можуть змінювати фізичну структуру та функції місць існування. Деякі інвазійні види можуть змінювати хімічний склад ґрунту, доступність води або пожежний режим, створюючи умови, несприятливі для місцевих видів.

Наявність інвазійних рослин може порушити ланцюги живлення, витісняючи місцеві види, які забезпечують їжею травоядних тварин. Коли місцеві рослини замінюються інвазійними видами, які місцеві травоядні тварини не можуть споживати, це може вплинути на весь спектр живлення травоядних тварин. Це може призвести до скорочення місцевої популяції травоядних тварин, що, у свою чергу, впливає на хижаків та інші організми, які знаходяться на вищому рівні харчового ланцюга [1].

Окрім порушення ланцюгів живлення, інвазійні рослини також можуть впливати на екосистемні послуги, такі як запилення, очищення води та поглинання вуглецю. Наприклад, поширення інвазійних рослин, які не приваблюють місцевих запилювачів, може призвести до погіршення послуг із запилення, які є важливими для відтворення багатьох рослин, у тому числі сільськогосподарських культур. Подібним чином інвазійні рослини, які змінюють водний потік або посилюють ерозію, можуть зменшити здатність екосистем очищати воду або зберігати вуглець, що призводить до ширшого впливу на навколишнє середовище.

Екологічний вплив інвазійних видів рослин часто призводить до значних економічних і соціальних наслідків. Витрати на управління інвазійними видами, відновлення екосистем і пом'якшення їх впливу можуть бути значними.

У соціальному плані інвазійні види можуть впливати на місцеві громади, загрожуючи традиційним способам життя, таким як полювання, риболовля та ведення сільського господарства. Втрата біорізноманіття та деградація природних ресурсів можуть мати серйозні наслідки для культурних звичаїв і добробуту спільнот, які залежать від здорових екосистем.

Україна з її різноманітними ландшафтами та багатим біорізноманіттям стикається зі значними проблемами через інвазійні види рослин. В Україні кілька інвазійних видів рослин стали проблемними через їх здатність швидко поширюватися та порушувати місцеві екосистеми. Як відомо ці рослини, які не є місцевими для регіону, можуть швидко поширюватися та порушувати місцеві екосистеми, що призводить до екологічних, економічних та соціальних наслідків.

Інвазійні види рослин в Україні демонструють кілька особливостей, які роблять їх вкрай складними для управління та контролю. Ці характеристики

сприяють їх здатності швидко поширюватися, випереджати місцеві види та руйнувати місцеві екосистеми [2].

Інвазійні види рослин в Україні можуть суттєво змінювати функції екосистеми, такі як кругообіг поживних речовин, водний потік і пожежний режим. Наприклад, густі насадження Золотарник канадський (*Solidago canadensis*) можуть змінювати склад ґрунту та гідрологію, впливаючи на загальний стан і стабільність екосистеми.

Одним із найбільш значних впливів інвазійних видів рослин в Україні є витіснення місцевої флори. Інвазійні види часто утворюють монокультури, зменшуючи різноманітність рослинного світу та негативно впливаючи на тварин і комах, які залежать від місцевих рослин для їжі та середовища проживання.

Інвазійні рослини також можуть мати значні економічні наслідки, особливо в сільському господарстві. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*), наприклад, може захоплювати поля посівів, знижуючи врожайність і збільшуючи витрати на боротьбу з бур'янами. Наявність інвазійних видів також може вплинути на вартість землі та витрати на її управління.

Багато інвазійних видів в Україні не мають природних хижаків або хвороб у новому середовищі, що дозволяє їм нестримно розмножуватися. Ця відсутність природних механізмів контролю сприяє їхньому успіху та робить необхідним втручання людини для управління ними.

Родом з Китаю, айлант (*Ailanthus altissima*) високий був завезений в Україну та інші частини Європи як декоративне дерево. Він дуже адаптивний і може рости в широкому діапазоні умов, від міських районів до природних середовищ існування.

Вплив даної рослини є наступним: це дерево швидко поширюється, часто випереджаючи місцеву рослинність. Його алелопатичні властивості, а саме здатність виділяти хімічні речовини, які пригнічують ріст інших рослин ще більше пригнічують ріст місцевих видів. У містах його агресивна коренева система може пошкодити інфраструктуру, включаючи тротуари та будівлі [3].

Методи боротьби є наступними: зусилля боротьби з *Ailanthus altissima* в Україні включають механічне видалення, тобто зрізання та викорчовування і хімічний контроль із застосуванням гербіцидів. Поточні дослідження вивчають варіанти біологічного контролю, хоча вони ще не широко впроваджені.

Золотарник канадський (*Solidago canadensis*) – родом із Північної Америки був завезений до Європи, включно з Україною, як декоративна рослина та для боротьби з ерозією. Відтоді він став одним із найпоширеніших інвазійних видів у нашій країні.

Вплив даної рослини є наступним: Золотарник канадський (*Solidago canadensis*) утворює щільні насадження, які виключають місцеві види, що призводить до зменшення місцевого біорізноманіття. Це особливо проблематично на луках і вздовж берегів річок, де воно порушує природну рослинність і змінює структуру середовища проживання.

Методи боротьби з цією рослиною є наступними: як відомо боротьба з канадською золотарником включає в себе механічне видалення, скошування та застосування гербіцидів. Контроль є складним через розгалужену кореневу систему рослини та здатність до регенерації з кореневищ. У деяких регіонах контрольоване спалювання використовувалося як метод зменшення його поширення.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*) походить із Північної Америки та поширилася по всій Європі, включно з Україною. Дана рослина особливо відома своїм алергенним пилом, який викликає значні проблеми зі здоров'ям під час цвітіння.

Вплив цієї рослини є наступним: *Ambrosia artemisiifolia* – має високу конкурентоспроможність і може домінувати на порушених територіях, таких як сільськогосподарські поля, узбіччя доріг і міські простори. Присутність цієї рослини призводить до витіснення місцевих видів рослин і зниження врожайності сільського господарства через її агресивне зростання.

Методи боротьби полягають в наступному: стратегії боротьби зі звичайною амброзією включають механічне видалення (скошування та висмикування вручну), застосування гербіцидів, а також інформаційні кампанії для запобігання щодо її поширення. Окрім цього також докладаються зусилля для моніторингу та контролю її присутності в сільськогосподарських районах, щоб захистити врожайність.

Спориш японський (*Reynoutria japonica*) – ще один інвазійний вид з Азії, який став проблемним в Україні. Спочатку він був представлений як декоративна рослина та для використання в стабілізації ґрунту.

Вплив даної рослини є наступним: японський спориш утворює густі зарості, які витісняють місцеві рослини та змінюють середовища проживання, особливо вздовж берегів річок і в прибережних зонах. Його розгалужена коренева система може пошкодити інфраструктуру, таку як дороги та будівлі, і її важко знищити після того, як вона з'явилася.

Методи боротьби: боротьба зі споришем японським в Україні передбачає поєднання механічного видалення, а також застосування гербіцидів і ретельного моніторингу. Завдяки його стійкості зусилля з контролю повинні тривати протягом кількох років, щоб бути ефективними [4].

Важливо висвітлити вплив інвазійних рослин на екосистеми України. На даний час інтродукція та поширення інвазійних видів рослин в Україні справили значний вплив на екосистеми країни. Ці впливи включають:

- Втрата біорізноманіття. Такі інвазійні види, як канадська золотарник і японський спориш, витісняють місцеві рослини, що призводить до зменшення різноманітності рослин. Ця втрата біорізноманіття може мати каскадний вплив на дику природу, зокрема на комах, птахів та інших тварин, які покладаються на місцеві рослини як їжу та середовище проживання.

- Зміна екосистем. Інвазійні рослини можуть змінювати структуру та функції екосистем. Наприклад, щільне зростання інвазійних видів може змінити

гідрологію водно-болотних угідь, погіршити якість ґрунту та збільшити частоту лісових пожеж на луках.

- Економічні наслідки. Наявність інвазійних рослин може мати економічні наслідки, особливо в сільському та лісовому господарствах. Амброзія звичайна, наприклад, знижує врожайність сільськогосподарських культур і збільшує витрати на обробіток полів. У містах такі інвазивні види, як китайський ясен, котрий має назву Айлант найвищий (*Ailanthus altissima*), в свою чергу можуть завдати шкоди інфраструктурі, що призведе до додаткових витрат на технічне обслуговування.

- Проблеми зі здоров'ям людини. Інвазійні види, такі як амброзія звичайна, безпосередньо впливають на здоров'я людини. Алергічний пилок, який виробляє амброзія, може викликати серйозні респіраторні проблеми, особливо в період цвітіння, що погіршує якість життя багатьох людей в уражених районах.

Необхідно зазначити про стратегії контролю та управління в Україні. Боротьба з інвазійними видами рослин в Україні передбачає поєднання методів, зокрема:

- Законодавство та політика. Україна запровадила національні нормативні акти, спрямовані на контроль поширення інвазійних видів рослин. До них входять обмеження на імпорт і продаж відомих інвазійних рослин і вказівки щодо управління інвазійними видами на державних і приватних землях.

- Обізнаність і освіта громадськості. Підвищення обізнаності серед громадськості, фермерів і землевпорядників має вирішальне значення для запобігання поширенню інвазійних видів. Просвітницькі кампанії та залучення громади до моніторингу та контролю є важливими складовими стратегії України.

- Механічний і хімічний контроль. Використання механічного видалення, гербіцидів та інших фізичних методів дуже поширене в боротьбі з інвазійними видами. Ці методи надзвичайно часто поєднуються з постійним моніторингом, щоб переконатися, що зараження не відновлюється [5].

- Дослідження та інновації. Українські вчені проводять дослідження з тією метою, щоб краще зрозуміти екологію інвазійних видів і розробити більш ефективні методи контролю. Це включає вивчення варіантів біологічного контролю та розробку інтегрованих стратегій боротьби зі шкідниками, які адаптовані до конкретних умов в Україні.

- Відновлення постраждалих територій. Зусилля з відновлення зосереджені на відновленні місцевої рослинності в районах, котрі сильно постраждали від інвазійних видів. Це передбачає висаджування місцевих видів, управління середовищами існування для підтримки біорізноманіття, а також постійне обслуговування для запобігання повторному розповсюдженню інвазивні видів рослин.

Варто наголосити на тому вагомому чиннику, що інвазійні види рослин становлять серйозну загрозу місцевим екосистемам, призводячи до втрати біорізноманіття, руйнування середовищ існування та деградації екосистемних

послуг. Як відомо їхній вплив є далекосяжним і впливає не лише на довкілля, а й на економіку та суспільство в цілому. Вирішення проблем, котрі є пов'язаними з інвазійними видами, потребує скоординованих зусиль із запобігання, раннього виявлення та лікування. Розуміючи та пом'якшуючи вплив інвазійних рослин, ми можемо допомогти захистити цілісність місцевих екосистем і послуг, які вони надають.

Ефективний контроль і управління інвазійними видами рослин вимагають поєднання стратегій, адаптованих до конкретних видів і середовища. До основних методів відносяться:

- Механічний контроль: це передбачає фізичне видалення інвазійних рослин за допомогою таких методів, як зрізання, косіння, висмикування вручну або використання техніки. Механічний контроль часто є трудомістким і може потребувати регулярного повторення, щоб бути ефективним. Він найкраще підходить для невеликих інвазій або чутливих ділянок, де використання хімікатів недоречно.

- Хімічний контроль: гербіциди зазвичай використовуються для боротьби з інвазійними видами рослин, особливо при великих зараженнях. Хімічний контроль може бути ефективним, але його слід застосовувати обережно для того, щоб уникнути шкоди нецільовим видам і забруднення джерел води. Стратегії інтегрованої боротьби зі шкідниками часто поєднують хімічний контроль з іншими методами боротьби, щоб мінімізувати вплив на навколишнє середовище.

- Біологічний контроль: передбачає введення природних хижаків, паразитів або патогенів, які спеціально спрямовані на інвазивні види рослин. Наприклад, інтродукція певних комах, які живляться інвазійними рослинами, успішно контролювала такі види, як водяний гіацинт і японський спориш. Однак біологічний контроль вимагає обширних досліджень для того, щоб переконатися в тому, що інтродуковані організми самі не стають інвазійними або негативно впливають на нецільові види [6].

- Культурний контроль. Методи культурного контролю передбачають зміну методів управління землею для зменшення поширення інвазійних видів рослин. Це може включати в себе такі практики, як сівозміна, підтримка здорових місцевих рослинних угруповань і мінімізація порушення ґрунту. Важливо вказати на те, що просвітницькі кампанії також є важливим компонентом культурного контролю, оскільки вони можуть допомогти запобігти інтродукції та поширенню інвазійних видів рослин, при цьому заохочуючи відповідальне садівництво, озеленення та торгівлю.

- Відновлення та реабілітація: після боротьби з інвазійними видами необхідно вжити заходів для реабілітації постраждалої екосистеми. Це передбачає пересаджування місцевих видів, відновлення природної гідрології та управління середовищами існування для стимулювання відновлення місцевої флори та фауни. Слід врахувати той чинник, що відновлення – це довгостроковий процес, який вимагає постійного управління для того, щоб запобігти повторному поширенню та підтримати стійкість екосистеми.

Дуже важливо взяти до уваги те, що дослідження впливу інвазійних видів рослин на місцеві екосистеми виявляє значні проблеми, які створюють інвазивні види рослин. На прикладах, таких як японський спориш, амброзія, канадський золотарник, водяний гіацинт та інші ми бачимо різноманітний і далекосяжний вплив інвазійних рослин на біорізноманіття, структуру середовища проживання та функції екосистеми. Боротьба з цими видами вимагає багатостороннього підходу, поєднуючи механічні, хімічні, біологічні та культурні методи контролю з зусиллями по відновленню. Тільки скоординованими та постійними зусиллями ми можемо сподіватися пом'якшити вплив інвазійних видів рослин і захистити здоров'я та цілісність наших екосистем.

Потрібно мати на увазі той вагомий чинник, що вплив інвазійних видів рослин часто позначають як «негативний» або «позитивний», проте оцінка викликає труднощі з інтерпретацією. Що стосується впливу на місцеві рослини та тварин, інтерпретація є відносно простою; зниження значень у популяції та характеристиках спільноти означає зниження активності, а також статусу популяції. Однак доцільно зауважити те, що для характеристик ґрунту збільшення, наприклад, поживних речовин у ґрунті не обов'язково може означати покращення стану постраждалої екосистеми. Наприклад, в оліготрофних або ранніх сукцесійних екосистемах підвищений статус поживних речовин може призвести до подальшої інвазії.

Слід також зазначити, що напрямок змін рН має інше значення, ніж в інших характеристиках ґрунту, залежно від стану перед інвазією. У тому ж ключі збільшення частоти або інтенсивності пожеж, тобто зміна природного пожежного режиму, який часто підтримує інвазивні види рослин, представляє досить небажану зміну в екосистемі функціонування. З іншого боку, чужорідні види можуть стати компонентами нових екосистем, а також можуть допомогти надавати екосистемні послуги, нові взаємозв'язки або збільшити чисельність деяких місцевих біот [7].

Таким чином, «негативна» або «позитивна» інтерпретація впливу є суб'єктивною оцінкою, котра спеціально використовується для класифікації чужорідних видів як небажаних або бажаних відповідно до інтересів деяких економічних секторів. Достовірною мірою впливу є чиста зміна порівняно з ситуацією без вторгнення (до вторгнення) незалежно від напрямку зміни, і те, чи можна її позначити як «позитивну» чи «негативну», залежить від сприйняття людиною цієї конкретної ситуації.

Висновок. Отже, особливості інвазійних видів рослин в Україні, такі як їх адаптивність, швидкий ріст, алелопатичні властивості (властивість рослин, грибів, мікроорганізмів виділяти органічні сполуки, що пригнічують проростання, ріст, розвиток і здатність до розмноження інших організмів), стійкість до заходів контролю та вплив на здоров'я людини та екосистеми, роблять їх особливо складними для боротьби з ними. Необхідно мати на увазі те, що інвазійні види рослин становлять значну загрозу для екосистем України, що призводить до втрати біорізноманіття, деградації екосистеми, економічних

витрат і проблем зі здоров'ям. Як відомо вирішення цих проблем в свою чергу вимагає комплексного підходу, який включає законодавство, громадську освіту, механічні та хімічні методи контролю та постійні дослідження. Завдяки запровадженню ефективних стратегій контролю та управління Україна може пом'якшити вплив інвазійних видів рослин і захистити свою багату природну спадщину для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Вплив інвазійних видів рослин на біорізноманіття. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: вебсайт. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/Zvit_kadastr_ch2.doc (дата звернення 30.08.2024).
2. Знахідки чужорідних видів рослин та тварин в Україні. *Conservation Biology 3-75 in Ukraine*. Вип. 29. Київ; Чернівці : Друк Арт, 2023. 520 с.
3. Кисельов Ю.О., Поліщук В.В. Історичний огляд досліджень адвентивної флори у світі й в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2022. №4. С 141–148.
4. Літопис природи. Природний заповідник «Медобори». Книга 29.Гримайлів. 2022. С. 227-228.
5. Протопопова В.В., Шевера М.В. Інвазійні види у флорі України. I. Група високо активних видів. *Geo& Bio*.2019. Т. 17. С. 116-135.
6. Розпорядження КМУ від 29 грудня 2021 р. № 1774-р Київ Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-p#Text> (дата звернення 03.09.2024).
7. Стратегія біорізноманіття до 2030 року. Офіційний сайт Європейського Союзу: веб-сайт. URL: <https://environment.ec.europa> (дата звернення 30.08.2024).

Катерина МОРОЗ⁴¹,

студентка 1-го року навчання освітнього ступеня магістр,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
ННІ Агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Анотація. У статті подані ключові екологічно-економічні проблеми, пов'язані з використанням сільськогосподарських земель в умовах воєнного стану. Досліджено вплив військових конфліктів на екологічний стан ґрунтів, їх

⁴¹Наук. керівник: Оксана Врадій канд. с.-г. н., доцент кафедри екології та ОНС ВНАУ.

родючість і продуктивність, а також на економічну ефективність аграрного виробництва. Проаналізовано непрямі втрати в галузях, викликані зменшенням виробництва, блокуванням портів та зростанням витрат на виробничі ресурси. Розглядаються заходи щодо мінімізації шкоди та відновлення аграрного потенціалу, зокрема в контексті міжнародної допомоги та підтримки, а також екологічних загроз від забруднення, спричиненого військовою діяльністю.

***Annotation.** The article presents the key ecological and economic problems associated with the use of agricultural land under martial law. The effect of military conflicts on the ecological state of the soil, its fertility, productivity, as well as on the economic efficiency of agricultural production is studied. Indirect lost industries caused by reduced production, port blockages and rising costs of production resources are analyzed. Measures to minimize damage and restore agricultural potential are also considered, in particular in the context of international aid and support, as well as environmental threats from pollution caused by military activities.*

Вступ. Врахування еколого-економічних аспектів управління земельними ресурсами передбачає оптимальне використання землі, що характеризується ефективним використанням усіх земельних площ та створенням умов для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь. Головною метою є досягнення максимального врожаю з мінімальними витратами праці і коштів.

Для досягнення цієї мети необхідно проводити комплексне дослідження екосистем і забезпечити систему моніторингу їх стану. Це важливо для забезпечення раціонального та прогресивного використання земельних ресурсів. Сільське господарство має великий вплив на навколишнє середовище, тому інформація про його вплив на земельні ресурси є ключовою для подальшого розвитку сектору.

Виклад основного матеріалу. Одна з проблем ведення якісної сільськогосподарської діяльності – це війна, яка спричинила значні зміни в еколого-економічному потенціалі нашої країни.

Внаслідок повномасштабної агресії Росії проти України потенційна пряма шкода для вітчизняної сільськогосподарської інфраструктури та активів, за попередніми оцінками науковців, перевищує 6 мільярдів доларів. Ця ситуація негативно впливає на виробництво, родючість ґрунтів та загальний стан аграрного сектору, що потребує термінових заходів для відновлення та підтримки сільського господарства [8].

Додаткові економічні втрати галузі від війни у 2022 році можуть сягнути близько 22 мільярдів доларів, а зниження доходів сільського господарства та суміжних секторів може становити від 10 до 30%. Згідно з даними за 2021 рік, частка агропромислового комплексу у національному ВВП складала 10,6%. Однак оцінка наслідків бойових дій для аграрної галузі є складною через

відсутність аналогій, коли країна з таким масштабним сільськогосподарським сектором, як Україна, стає об'єктом військових дій.

Хоча експерти ООН вказують на схожу ситуацію в Сирії, де у 2011 році сільськогосподарський ВВП становив приблизно 49 мільярдів доларів, що становило 20% загального ВВП, порівняння України та Сирії не є повністю адекватним, оскільки остання має набагато менший обсяг експорту сільгосппродукції [1].

Згідно з аналізом «Огляд прямих втрат від війни в сільському господарстві України», проведеним Центром досліджень продовольства та землекористування KSE Institute спільно з Міністерством аграрної політики та продовольства, непрямі втрати в сільському господарстві, спричинені зменшенням виробництва, блокадою портів та зростанням цін на виробничі фактори, оцінюються приблизно в 23,3 мільярда доларів.

Міжнародні донори сприяють досягненню так званого ефекту «win-win», коли обидві сторони в співпраці залишаються задоволеними. Вони залучають постачальників матеріальних ресурсів до своїх програм, що підтримує інтереси обох сторін.

Цільовою аудиторією міжнародних донорських організацій є сільські домогосподарства та фермери, яких вважають важливим чинником у боротьбі з безробіттям та забезпеченні інклюзивного економічного зростання у сільських районах. Сектор дрібних фермерських господарств відіграє ключову роль у місцевому зайнятості та є основним постачальником продуктів на місцевому рівні [4].

У квітні 2022 року український уряд надав докладну інформацію до Європейського Союзу щодо потреб сільськогосподарського сектору для відновлення.

Координацію очікуваної допомоги здійснює Європейська Комісія. Найбільш очікувані витрати міжнародних донорів – це фінансування програм з розмінування території. Згідно з оцінками Української асоціації саперів, наразі близько 83 тисяч квадратних кілометрів забруднені різними типами вибухових предметів. Наприклад, за даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), вартість розмінування в Хорватії становила близько 1,25 євро за 1 квадратний кілометр, а вартість знищення однієї складованої протипіхотної міни – 0,56 євро. З урахуванням цих витрат, вартість заходів з розмінування в Україні для такої площі перевищує 10 мільярдів доларів [5].

Зазначимо, що значну частину міжнародної допомоги надає Європейський Союз. Наприклад, з 1 вересня Державний аграрний реєстр почав приймати заявки в межах нової програми допомоги малим агровиробникам на загальну суму понад 1,5 мільярда гривень, яка фінансується з бюджетної підтримки ЄС. Без поворотну допомогу можуть отримати аграрії, які обробляють від одного до 120 гектарів сільськогосподарських угідь або утримують від трьох до 100 корів. Проте як земельні ділянки, так і корови мають бути зареєстрованими, оскільки це ключова умова для отримання

допомоги. Цю допомогу також можуть отримати особисті селянські господарства [9].

Війна має драматичний вплив як на країну, де вона відбувається, так і на всесвітню спільноту. Економічні втрати України є критичними, а щодо екологічного впливу, злочини проти природи, можуть призвести до серйозного збільшення смертності та поширення важких захворювань у довгостроковій перспективі. Люди страждають не лише відочевидних наслідків війни, але і від забруднення довкілля (рис. 1.).

Відновлення еколого-економічної безпеки країни буде довгим процесом у всіх її аспектах. Тому головним пріоритетом є збереження незалежності та суверенітету України, а також мінімізація еколого-економічних втрат та відновлення економічного потенціалу [2].

Ґрунт, що є складовою природи, відіграє ключову роль у сільському господарстві. Він формується під впливом гідросфери, атмосфери та органічних та неорганічних складових. Це важливе природне утворення має властивість родючості, яка є основою для життя та виробництва сільськогосподарських культур. Однак зменшення родючості ґрунтів у значній мірі пов'язане із недостатнім фінансуванням заходів з їх охорони та раціонального використання [5].

Усі види земель, включаючи сільськогосподарські, мають важливе значення для економіки. Управління земельними ресурсами супроводжується перетворенням та зміною їх природних властивостей.

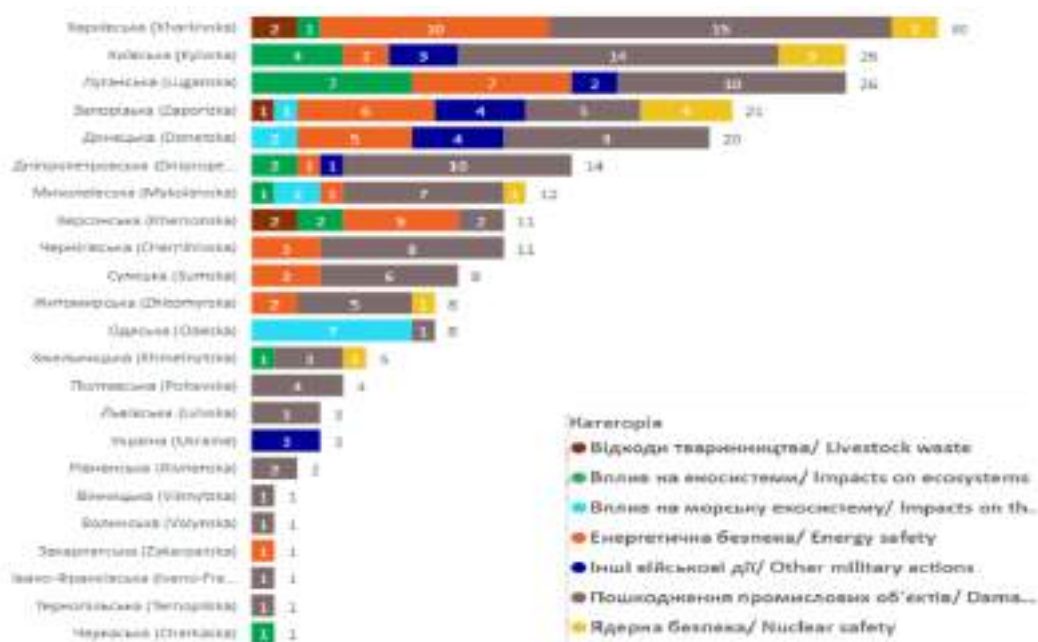


Рис. 1. Кількість екологічних злочинів росії на території України станом на 05.05.2022 р. [8]

У сільському господарстві розорювання територій та осушення боліт у вологих зонах сприяють збільшенню площ підобробіток та врожайності, але також збільшують навантаження на екосистему [7].

Еколого-економічне використання сільськогосподарських земель передбачає науково-обґрунтовані заходи, спрямовані на збереження природних

ресурсів від промислового будівництва, екстракції корисних копалин та інших діяльностей. Важливою частиною такого використання є, також, застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин, а також контроль за ґрунтовим процесом в умовах інтенсивного сільсько господарського виробництва [9].

Впровадження науково обґрунтованих методів вирощування, стало основою сільськогосподарської практики у багатьох країнах. Наприклад, США, Канада, Австралія та Аргентина переважно перейшли на обробіток ґрунту без обертання скиби за допомогою плоскорізів. У країнах Європейського Союзу, таких як Велика Британія, Франція, Італія та Німеччина, цей метод застосовується на 60-80% ріллі. На сьогодні лише близько 1% орних земель у світі використовується для органічного землеробства [1].

Успішне використання земельних ресурсів залежить від еколого-економічного підходу до вибору методів обробітку земель. Останнім часом у країнах Західної Європи, спостерігається тенденція до відмови від державних субсидій на придбання добрив для сільського господарства. Це вважається способом захисту ґрунтів від забруднення, сприянням біологічних методів та збільшенням врожайності [2].

Проте інтенсивне застосування хімічних засобів захисту рослин може призвести до складних екологічних проблем, таких як забруднення ґрунту та шкоди для екосистем. Тому для досягнення балансу між врожайністю та охороною навколишнього середовища, необхідне розумне поєднання агротехнічних, біологічних та хімічних методів захисту рослин. Актуальним є також питання надмірного ущільнення ґрунту, яке може знизити врожайність сільськогосподарських культур і вимагає удосконалення сучасних технологій [3].

Війна призводить до руйнування інфраструктури та порушення виробничих процесів, що загрожує постачанню продуктів харчування. Сільське господарство є стратегічно важливим сектором, який забезпечує продуктами першої необхідності. Вивчення екологічно-економічного потенціалу сільськогосподарських земель, допомагає зберігати родючість ґрунтів, забезпечувати стійкість вирощуваних культур до стресових умов та забезпечувати продовольчу безпеку країни [4].

Ще одна проблема, забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами, відходами військової діяльності. Збереження екологічної рівноваги у сільському господарстві стає критично важливим для забезпечення безпеки та здоров'я населення, а також збереження біорізноманіття [5].

Екологічно-економічний потенціал сільськогосподарських земель буде впливати на економічне відновлення країни після війни. Шляхом раціонального використання ресурсів та захисту навколишнього середовища можна забезпечити стійкий економічний зріст та підвищити конкурентоспроможність країни на міжнародному ринку [8].

Висновки. Війна спричиняє руйнування інфраструктури та порушення виробничих процесів, що загрожує продовольчою безпекою. Важливим є розвинути еколого-економічний потенціал сільськогосподарських земель для збереження родючості, забезпечення стійкості культури та охорони

навколишньо госередовища. Забруднення відходами військової діяльності також є серйозною проблемою. Рациональне використання ресурсів і захист навколишнього середовища є ключовими для стійкого економічного розвитку та підвищення конкурентоспроможності країни на міжнародному ринку.

Список використаної літератури

1. Цицюра Я.Г., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Пелех Л.В. Інноваційні підходи до фітореMediaції та фіторекультивації у сучасних системах землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 142-150 с.
2. Трегобчук В.М. Перехід на модель сталого землекористування – фундаментальне завдання земельної реформи. *Землепорядна наука, виробництво і освіта XXI століття*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. К.: Інститутземлеустрою УААН, 2001. С. 135.
3. Ткачук О.П. Вплив концентрації свинцю на зміну еколого-агрохімічних показників ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 217 – 225.
4. Ткачук О.П. Вплив аміачної селітри на концентрацію важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 2. С. 162 – 165.
5. Razanov S.F. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(2).P. 294-300.doi: 10.15421/2018_341.
6. Разанов С.Ф. Зміна структури ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2018. Вип. 92. С. 206 – 214.
7. Разанов С.Ф. Водостійкість ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 29 – 33
8. Ткачук О.П. Роль бобових багаторічних трав у підвищенні агроекологічних показників родючості ґрунту. *Екологічні проблеми сільського виробництва*. 2016. С. 66 – 69.
9. Ткачук О.П., Зайцева Т.М. Показники агроекологічної стійкості ґрунтів та фактори, що на них впливають. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 137 – 145.

Мар'ян КЛИМЮК⁴²,
студент 2 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ФАРМАКОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЕВОРУЙНІВНИХ ГРИБІВ, ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ТА ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

***Анотація.** Досліджено, що гриби існують як невід'ємний і життєво важливий компонент екосистеми і є дуже цінними джерелами активних метаболітів та ліків. Зазначено, що гриби можна ідентифікувати морфологічно за розміром, кольором, хімічними реакціями, консистенцією ніжок та капелюшків, способом прикріплення грибів зябра до стебла, за масою спори, а також ідентифіковані на молекулярному рівні за допомогою ділянок внутрішнього транскрибованого за ділянками ДНК, які не транскрибуються та розташовані між генами. Розглянуто основні біологічно активні сполуки, знайдені в грибах, зокрема полісахариди, терпеноїди, фенольні сполуки та білки, і досліджується їх потенційна користь для здоров'я. Основна увага приділяється імуномодуючій, протираковій, серцево-судинній, антиоксидантній, а також протимікробній дії цих грибів, підкреслюючи їх потенційне застосування в сучасній медицині. В цій статті йдеться про фармакологічний потенціал дереворуйнівних грибів, наявність в них біоактивних компонентів та їх вплив на здоров'я людини.*

***Ключові слова:** фармакологічний потенціал, гриби, біоактивні компоненти, вплив на здоров'я людини, біологічна дія.*

***Annotation.** It has been shown that fungi exist as an integral and vital component of the ecosystem and are very valuable sources of active metabolites and drugs. It is noted that fungi can be identified morphologically by size, color, chemical reactions, consistency of legs and caps, the way the fungi attach the gills to the stem, the weight of the spores, and also identified at the molecular level by the internal transcribed regions of DNA, which are not transcribed and located between genes. The main biologically active compounds found in fungi, including polysaccharides, terpenoids, phenolic compounds, and proteins, are reviewed, and their potential health benefits are explored. The focus is on the immunomodulatory, anticancer, cardiovascular, antioxidant, and antimicrobial effects of these mushrooms, emphasizing their potential application in modern medicine. This article discusses the pharmacological potential of wood-destroying fungi, the presence of bioactive components in them, and their impact on human health.*

***Keywords:** pharmacological potential, mushrooms, bioactive components, impact on human health, biological action.*

⁴²Науковий керівник: Матусяк М.В., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства ВНАУ

Вступ. Гриби були невід'ємною частиною традиційної медицини в різних культурах, у тому числі й в Україні. Загальновідомо, що різноманітні екосистеми України, починаючи від лісів і закінчуючи степами, забезпечують багату різноманітність грибів, які століттями використовувалися в традиційній медицині. Варто зазначити про те, що різноманітний мікологічний ландшафт України є домом для величезної різновидності грибів, багато з яких мають значні фармакологічні властивості. Відповідно ці гриби цінуються не лише за їхнє кулінарне використання, але й за їхній фармакологічний потенціал завдяки біоактивним компонентам, котрі вони містять. Доцільно наголосити на тому факті, що дереворуйнівні гриби мають позитивний вплив на здоров'я людини, оскільки володіють різноманітною біологічною дією, як: антиоксидантна, протиракова, протизапальна, а також протипухлинна, протівірусна, проти паразитарна, та антимікробна [3].

Метою: даної статті є вивчення фармакологічного потенціалу дереворуйнівних грибів та проведення аналізу біоактивних компонентів щодо їхнього впливу на здоров'я людини.

Виклад основного матеріалу. Слід зазначити те, що гриби давно використовуються в різних галузях, але останніми роками їхні лікувальні властивості викликають все більший науковий інтерес. Дуже важливо наголосити на тому, що Україна з її різноманітними екосистемами є природнім ареалом для численних видів грибів, велика кількість з них багаті біоактивними сполуками. На сьогоднішній день науково доведено, що ці сполуки мають ряд фармакологічних властивостей, що робить українські гриби надзвичайно цінним ресурсом як для традиційної, так і для сучасної медицини. Гриби здавна шанувалися в українській культурі не лише як джерело їжі, а й за їхні лікувальні властивості. Українська народна медицина використовує різні види грибів для лікування ряду захворювань, від інфекцій і запалень до більш хронічних захворювань, таких як рак і серцево-судинні захворювання [2].

Основними біоактивними речовинами в грибах є наступні:

- Полісахариди. Багато грибів містять полісахариди, зокрема бета-глюкани. Як відомо, ці складні вуглеводи були ретельно вивчені на предмет їх імуномодулюючих властивостей. Наприклад, такі гриби, як *Inonotus obliquus* (Чага) і *Fomitop sisbetulina* (Березова губка), містять високий рівень бета-глюканів, які можуть посилити імунний захист шляхом активації макрофагів, природних клітин-кілерів та інших компонентів імунної системи.

- Терпеноїди та стерини. Слід врахувати те, що терпеноїди та стерини – це ще одна група біоактивних речовин, які містяться в грибах. Ці сполуки відомі своєю протизапальною, протипухлинною та знижуючою холестеринною дією. *Ganoderma lucidum* (Рейші) і *Pleurotus ostreatus* (Глива звичайна) особливо багаті тритерпеноїдами та ергостеролом відповідно (рис. 1,3). Варто відзначити те, що ці сполуки показали перспективу в профілактиці та лікуванні різних хронічних захворювань, включаючи рак і серцево-судинні розлади.

- Фенольні сполуки. У багатьох грибах переважають фенольні сполуки, які мають потужні антиоксидантні властивості. Відповідно ці сполуки можуть

нейтралізувати вільні радикали, тим самим зменшуючи окислювальний стрес і запобігаючи при цьому пошкодженню клітинних компонентів. Важливо вказати на те, що примітними прикладами є *Trametes versicolor* (траметес різнобарвний) і *Fomitopsis betulina*, обидва з яких, як відомо, містять значні рівні фенольних кислот, флавоноїдів та інших антиоксидантних сполук (рис. 2).

- Білки та пептиди. Кілька грибів також містять біоактивні білки та пептиди з протимікробними, протигрибковими та противірусними властивостями. Наприклад, виявлено, що звичайний гриб *Agaricus bisporus* виробляє лектини та дефензини, які можуть пригнічувати ріст різних патогенів. Відповідно можна стверджувати про те, що ці біологічно активні пептиди також виявляють потенційні антигіпертензивні та імуномодулюючі ефекти, що робить їх придатними для терапевтичної розробки [2].



Рис.1. Трутовик лакований (Рейши)



Рис. 2. Траметес різнобарвний



Рис. 3. Глива звичайна

Антиоксидантні та протизапальні властивості грибів мають широкий вплив на загальний стан здоров'я. Зменшуючи окислювальний стрес і запалення, ці гриби можуть допомогти запобігти низці хронічних захворювань, включаючи діабет, нейродегенеративні захворювання та вікові розлади. Таким чином, включення багатих на антиоксиданти грибів у раціон може бути простою, але ефективною стратегією для зміцнення довгострокового здоров'я та довголіття.

Одним із викликів у використанні фармакологічного потенціалу грибів є необхідність стандартизації та контролю якості. Біологічно активні компоненти грибів можуть змінюватися залежно від таких факторів, як умови вирощування, час збору врожаю та методи обробки. Встановлення стандартизованих протоколів для культивування, екстракції та рецептури грибів має важливе значення для забезпечення послідовності та ефективності продуктів на основі грибів [5].

Оскільки інтерес до фармакологічного потенціалу грибів зростає, вкрай важливо вирішувати питання, пов'язані зі сталим збиранням і збереженням. Надмірний збір диких грибів може призвести до виснаження природних популяцій і негативно вплинути на екосистеми. Сприяння сталим методам вирощування та розробка вказівок щодо етичного збирання дикорослих грибів є важливими кроками для забезпечення довгострокової доступності цих цінних ресурсів [6].

Фармакологічні властивості дереворуйнівних грибів відображені у табл. 1.

Незважаючи на багатообіцяючі фармакологічні властивості грибів, залишається кілька проблем. Майбутні дослідження мають бути зосереджені на виділенні та характеристиці цих сполук, проведенні клінічних випробувань для оцінки їх безпеки та ефективності та вивченні їх механізмів впливу [5].

Таблиця 1

Фармакологічні властивості дереворуйнівних грибів

Назва гриба	Характеристика	Фармакологічні властивості
Березовий чорний гриб (чага)	<p>Березовий чорний гриб (<i>Inonotus obliquus</i>), вид гриба, який росте переважно на березових деревах у холодному кліматі, протягом століть використовувався в традиційній медицині, зокрема в Україні та інших частинах Східної Європи. Зараз він набирає популярності у всьому світі завдяки своїй потенційній користі для здоров'я.</p> <p>Гриб чага має низку фармакологічних властивостей, які можуть сприяти його використанню як доповнення для різних захворювань. Це його антиоксидантна, протизапальна, імуномодулююча, протипухлинна, протівірусна, гастропротекторна, гіпоглікемічна та гепатопротекторна дія.</p> <p>Однак важливо відзначити, що, незважаючи на багатообіцяючі дослідження чаги, більшість досліджень все ще знаходяться на ранніх стадіях, і для повного розуміння її ефективності та безпеки необхідні додаткові клінічні дослідження.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Антиоксидантна активність. 2. Протизапальна дія. 3. Імуномодулюючі властивості. 4. Протираковий потенціал. 5. Протівірусні властивості. 6. Гастропротекторна дія. 7. Гіпоглікемічний ефект. 8. Вплив на здоров'я серцево-судинної системи. 9. Гепатопротекторна дія.

Продовження таблиці 1

<p>Рейші</p>	<p>Гриб Рейші (<i>Ganoderma lucidum</i>), також відомий як «Lingzhi» у китайській медицині, є одним із найвідоміших лікарських грибів. Його тисячоліттями використовували в традиційній медицині, зокрема і в Україні, завдяки його корисним властивостям. Сучасні дослідження почали підтверджувати багато традиційних способів використання Рейші, відкриваючи широкий спектр фармакологічних властивостей.</p> <p>Гриб Рейші – потужний лікарський гриб з широким спектром фармакологічних властивостей. Він найбільш відомий своїми імуномодулюючими, антиоксидантними, протизапальними та протираковими ефектами. Крім того, рейші підтримує здоров'я серцево-судинної системи та печінки, допомагає контролювати рівень цукру в крові та діє як адаптоген для зниження стресу. У той час як традиційна медицина давно вшановує Рейші за його користь для здоров'я, сучасні дослідження все більше підтверджують ці твердження.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Імуномодулююча дія. 2. Антиоксидантні властивості. 3. Протизапальна дія. 4. Протиракова активність. 5. Здоров'я серцево-судинної системи. 6. Захист печінки (гепатопротектор) 7. Противірусні та антибактеріальні властивості. 8. Адаптогенний ефект. 9. Гіпоглікемічні ефекти. 10. Здоров'я органів дихання.
<p>Глива звичайна</p>	<p>Гливи (<i>Pleurotus ostreatus</i>) є не тільки популярним кулінарним інгредієнтом, але також визнані своїми лікувальними властивостями. Вони використовуються в традиційній медицині та все більше вивчаються на предмет потенційної користі для здоров'я.</p> <p>Глива звичайна (<i>Pleurotusostreatus</i>) є не тільки універсальним і поживним продуктом харчування, але й мають широкий спектр лікувальних властивостей. Їх антиоксидантна, імуностимулююча, протипухлинна, протизапальна та антимікробна дія робить їх цінним доповненням до здорового харчування. Крім того, їхня потенційна користь для здоров'я серцево-судинної системи, регуляції рівня цукру в крові, захисту печінки та противірусної активності додатково підкреслює їхню терапевтичну цінність</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Антиоксидантні властивості. 2. Підтримка імунної системи. 3. Протиракові властивості. 4. Протизапальна дію. 5. Антимікробна активність. 6. Здоров'я серцево-судинної системи. 7. Регулювання рівня цукру в крові. 8. Захист печінки (гепатопротектор). 9. Противірусні властивості. 10. Антиоксидантний і антивіковий ефект.

Сталий збір і збереження дикорослих грибів є критично важливими для забезпечення їх довгострокової доступності. Для збереження цих цінних

ресурсів для майбутніх поколінь важливо розробити методи сталого вирощування та створити природоохоронні території.

Гриби є багатим джерелом біоактивних речовин зі значним фармакологічним потенціалом. Їх імуномодуюча, протиракова, серцево-судинна, антиоксидантна та антимікробна дія підкреслює їхнє потенційне застосування в сучасній медицині. Однак реалізація цього потенціалу вимагає продовження досліджень, стійких практик і співпраці між науковцями, постачальниками медичних послуг і природо охоронцями. Розкривши весь потенціал цих грибів, вони можуть зіграти життєво важливу роль у вирішенні деяких із найактуальніших проблем здоров'я нашого часу.

Хоча багато фармакологічних властивостей грибів було продемонстровано *in vitro* та в дослідженнях на тваринах, необхідні додаткові клінічні випробування, щоб підтвердити їх безпеку та ефективність для людей. Майбутні дослідження мають бути зосереджені на проведенні добре спланованих клінічних випробувань для перевірки терапевтичного потенціалу українських грибів.

Висновки. Таким чином, в підсумку можна стверджувати про те, що фармакологічний потенціал грибів величезний, це скарбниця біологічно активних компонентів, які можуть позитивно впливати на здоров'я людини. Біологічно активні сполуки, що містяться в цих грибах, мають значний терапевтичний потенціал, починаючи від посилення імунної системи та протиракових властивостей до серцево-судинної системи та антиоксидантної дії. Однак реалізація цього потенціалу вимагає постійних досліджень, стандартизації та стійких практик. Оскільки наука продовжує розкривати користь для здоров'я грибів, вони можуть стати невід'ємною частиною сучасної медицини, пропонуючи природні рішення деяких із найактуальніших проблем зі здоров'ям нашого часу.

Список використаної літератури

1. Веденичева Н.П., Косаковська І.В. Цитокінін грибів. Вісник ХНАУ. Серія: Біологія. 2020. №2(50). С.54-69.
2. Все про гриби: реком. бібліогр. покажч. / Упр. Культури, національностей, релігій та туризму Хмельниц. Облдержадмін.; Хмельниц. ОУНД уклад. Тетерук Л. Д. Хмельницький : ФОП Стрихар А. М., 2020. 20с.
3. ЛатюкГ. І., ПоповаЛ. М. Грибівництво: практикум для студентів вищих закладів освіти I-IV рівнів акредитації, які навчаються за освітньо-професійними програмами бакалавр і магістр спеціальностей «Агрономія» та «Садівництво і виноградарство». Одеса : Астропринт, 2021. 140 с.
4. Капрельянц Л. В. Теоретичні основи біотехнології навчальний посібник. Харків : Гімназія, 2020. 291 с.
5. Кравченко О. О., Савчук О. М., Остапенко Л. І. Загальна біотехнологія : навч. посіб. К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. 269с.

6. Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія : підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / за ред. В.П.Широбокова. 3-тє вид., оновл. та допов. Вінниця : Нова Книга, 2021. 920 с.

7. Voynova M, Shkondrov A, Kondeva-Burdina M, Krasteva I. Toxicological and pharmacological profile of *Amanita muscaria* (L.) Lam. A new rising opportunity for biomedicine. 2020, 67(4): 317-323.

Анна-Марія СОКОЛОВА⁴³,
студентка 2-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ШТАМУ МІКРОВОДОРОСТІ CHLOROPHYTA

Анотація. У статті розглянуто використання мікробіодоростей виду *Chlorophyta* як біологічний метод очищення водойм. За результатами досліджень визначено механізми дії мікробіодоростей на забрудненість води та описано їх здатність поглинати токсичні речовини. Досліджено головні чинники, які впливають на ефективність застосування *Chlorophyta* у водних екосистемах, включаючи умови зростання та типи забруднювачів. На прикладі експериментальних досліджень дослідників визначено переваги цього методу перед хімічними та механічними способами очищення води. Встановлено, що хлорела проявляє природну конкуренцію в водоймі та здатна впливати на витіснення синьо-зелених водоростей, а також ліквідує наслідки цвітіння води. Підкреслено необхідність подальшого розвитку технологій біологічного очищення, які базуються на використанні водоростей, для забезпечення екологічної безпеки водойм.

Ключові слова: мікробіодорості, очищення води, забрудненість, екосистема, водойми.

Abstract. The article deals with the use of microalgae of the *Chlorophyta* species as a biological method of water purification. Based on the research results, the mechanisms of microalgae action on water pollution are determined and their ability to absorb toxic substances is described. The main factors affecting the effectiveness of *Chlorophyta* in aquatic ecosystems, including growth conditions and types of pollutants, were investigated. Based on the example of experimental studies, the researchers have identified the advantages of this method over chemical and mechanical methods of water purification. It is established that chlorella exhibits natural competition in a reservoir and is able to influence the displacement of blue-

⁴³Науковий керівник: Яковець Л.А., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

green algae, as well as eliminate the effects of water blooms. The necessity of further development of biological treatment technologies based on the use of algae to ensure the environmental safety of water bodies is emphasized.

Keywords: *microalgae, water purification, pollution, ecosystem, water bodies.*

Вступ. Небажаним наслідком господарської діяльності людини стало порушення природної рівноваги в багатьох водоймищах та погіршення в них якості води. Промислові й побутові стоки, що потрапляють у природні об'єкти, характеризуються високим рівнем вмісту забруднювальних речовин, значною кількістю токсикантів. За таких обставин самостійне відновлення водних джерел стає неможливим. І тут виникає нагальна необхідність у розробці й застосуванні сучасних екологічно безпечних, ефективних методів очищення стічних вод, особливо тих, що повертаються у водні об'єкти, і тих, які підлягають вторинному використанню.

Глобалізаційні процеси вимагають від сучасної економіки все більшої гнучкості та ефективності. Сучасні тренди у аквакультурі це активне запровадження сталих практик, взаємодія з іншими сферами економіки, енергозбереження та сучасні біотехнології. Очевидно, що запровадження всіх цих компонентів мають відбуватися гармонійно, адже не існує типових стратегій забезпечення сталого розвитку територій. Симбіоз економіки, екології та соціальної сфери потребує ґрунтовних наукових досліджень та не менш ґрунтовних апробацій. А ще для сталого розвитку аквакультури необхідно залучати органічні компоненти, які будуть гармонійно впливати на екосистему в процесі ведення аквакультури.

Виклад основного матеріалу. Водорості – одні з найдавніших рослин, що є єдиною групою організмів, серед яких зустрічаються прокаріоти (синьо-зелені) і еукаріоти (решта відділів). Кількість досліджених водоростей перевищує 40 тисяч видів, однак вивчення та класифікація цих організмів не завершена і продовжується протягом багатьох років. Сьогоднішнє ранжування дозволяє відокремити 10 відділів, серед яких: червоні, бурі, зелені, синьо-зелені, пірофітові, золотисті, діатомові, жовто-зелені, евгленові, харові водорості. Будова, склад і властивості клітинних компонентів водоростей характеризуються широкою різноманітністю в залежності від виду [1].

Морські водорості надзвичайно різноманітні за видами, середовищем існування, зрілістю, умовами навколишнього середовища та періодом збирання, проте всі вони є чудовим джерелом високоякісних поживних речовин. Класифікують їстівні водорості наразі двома методами. Перший метод класифікації полягає в поділі водоростей на макроводорості та мікроводорості відповідно до їх розміру. Інша класифікація полягає в розрізненні пігменту, що міститься в клітинах водоростей, а також резервних метаболітів і складу клітинної стінки. Усі відомі людині їстівні водорості можна розділити на ці три різні типи за кольором: зелені (*Chlorophyta*), бурі (*Ochromytha*, *Phaeophyceae*) і червоні водорості (*Rhodophyta*). Ця класифікація базується на різних факторах,

таких як хімічна природа продуктів фотосинтезу, пігментація, морфологічний вигляд, а також організація та компоненти фотосинтетичних мембран [2].

Морські водорості є одними з найбільш широко використовуваних функціональних продуктів з довгою історією в країнах Азії. Зараз їх також досліджують багато країн Європи та Заходу. Відсутність технологій переробки морських водоростей для споживання людиною в промислових масштабах є серйозним обмеженням для розвитку сектора харчових продуктів на основі морських водоростей, тому розробки та дослідження є на сьогодні актуальними. Більшість морських водоростей є багатим джерелом гліцину, аргініну, глютамінової кислоти та аланіну, які є необхідними для підтримки здоров'я. Полісахариди морських водоростей, які не розщеплюються людськими ферментами, є потенційним джерелом нових типів харчових волокон. У промисловому сегменті масово використовуються гідроколоїди з морських водоростей (агари, альгінати та карагенани) [3].

Агар-агар – речовина, яку виробляють з багрянкового крохмалю, продукту фотосинтезу червоних водоростей. 90 % виробленого агару використовується в харчовій промисловості за його гелеутворюючі властивості. Його застосовують в кондитерській промисловості, при виробництві багатьох традиційних азійських страв, м'ясних консервів, желе, зефіру та нуги [3].

Основним мікроелементом, дефіцит якого здатні подолати харчові продукти з водоростей, є йод. Всесвітня організація охорони здоров'я радить споживати від 120 до 150 мкг йоду щоденно, проте з огляду на дослідження сучасних раціонів більшість людей споживають 40-80 мкг елемента, що в 2-3 рази менше зазначеної добової норми. Таким чином практично вся територія України перебуває у зоні йодної недостатності [4].

Глобальне потепління ми уже зараз спостерігаємо і видно як воно змінює водну флору і фауну, і технологічні процеси в аквакультурі потребують корегування. Зокрема, прогнозоване зменшення об'єму стоку поверхневих вод, що є результатом підвищення температурного режиму, потребує перегляду практик розподілення водних ресурсів серед суб'єктів господарської діяльності, викликані високими температурними змінами в гідробіологічній сфері, що прогнозовано впливають на якість води у водоймах. Однозначно все це вплине на вітчизняну аквакультуру [4].

Раціональне використання природних ресурсів та створення ощадливих біотехнологій є пріоритетом розвитку цивілізованих країн світу. Однією з таких практик може стати застосування в аквакультурі надзвичайно корисного представника флори – зелених водоростей, зокрема хлорели.

Застосування хлорели у народному господарстві відбувається вже давно і успішно, але в аквакультурі ця водорість може з успіхом застосовуватися в різних якість, зокрема, як біологічний меліоратор, що очищує рибницькі водойми покращує якість води. Розвиток хлорели у водоймі пригнічує розвиток синьо-зелених водоростей, особливо в умовах підвищеної температури води, і це зберігає необхідний для вирощування гідробіонтів кисень у воді та забезпечує її належну кислотність [4].

Для зменшення негативного впливу від наслідків глобального потепління найкраще застосовувати місцеві органічні компоненти – вони найкраще співіснують з екосистемою. Природне середовище за таких обставин не зазнає глибокого впливу, що відповідає принципу сталості та екологічності. Таким чином, запровадження хлорели в аквакультурі для очищення рибницьких ставків від синьо-зелених водоростей влітку є ефективним та таким, що відповідає цілям сталого розвитку. Крім того, така практика може розглядатися і бути рекомендована в аквакультурі, як адаптаційна практика щодо збереження якості поверхневих вод в умовах глобального потепління [5].

Засади сталості та дбайливого ставлення до навколишнього природного середовища останнім часом широко впроваджуються у різних галузях вітчизняної економіки, в тому числі в рибництві. Тому розвиток цієї галузі на пряму залежать від використання органічних методів та технологій. Сучасний розвиток вітчизняного рибництва відповідає стратегічним цілям і завданням, які сьогодні стоять перед агропромисловою галуззю України в частині забезпечення продовольчої безпеки та формування конкурентоспроможного сільськогосподарського виробництва [5].

Важливо, щоб органічні, природо-зберігаючі технології, які мають змінювати сучасні високоефективні практики, превалювали в технологічних процесах аквакультури. Запровадження органічних практик суб'єктами аквакультури має бути фінансово обґрунтованим, адже продукція повинна бути конкурентною. Раціональне використання природних ресурсів та створення ощадливих біотехнологій є пріоритетом розвитку цивілізованих країн світу. Однією з таких практик може стати застосування в аквакультурі надзвичайно корисного представника флори – зелених водоростей [5].

Одним з представником роду одноклітинних зелених водоростей, які відносяться до відділу Chlorophyta, є хлорела. Клітина хлорели має кулясту форму. Різні види хлорели поширені в прісних і солоних водоймах, на зволжених ділянках суходолу (вологий ґрунт, кора дерев). Клітина хлорели не має джгутиків і тому нерухома. У неї також немає вічка. Клітину оточує щільна клітинна оболонка. Хлорела має одне ядро [4].

Її хлоропласт зазвичай чашоподібної форми. Живиться хлорела лише завдяки фотосинтезу [2]. Газообмін відбувається через поверхню клітини. Розмножується водорість нестатевим способом нерухомими спорами. Внаслідок поділу вмісту материнської клітини їх утворюється до 8. Спори звільняються через розриви оболонки материнської клітини. За несприятливих умов оболонка клітини хлорели може потовщуватись, у цитоплазмі накопичується багато олії і запасного крохмалю. У такому неактивному стані хлорела може перебувати тривалий час. Завдяки потужній клітинній стінці водорість може пережити багатьох мешканців фауни і флори. При великому скупченні хлорела робить рідину насичено зеленого кольору. Найпоширенішою є *Chlorella vulgaris*. За даними фахівців, їй близько 2-х мільярдів років.

Останнім часом раціональне використання водних організмів в аквакультурі вітчизняними фахівцями в рибництва розглядається як один із

пріоритетних напрямів розвитку галузі. Досвід використання мікроводоростей налічує декілька тисячоліть, але практичні способи одержання біомаси відомі не так давно. Базові методи культивування мікроводоростей, що розроблені вченими низки країн світу, в тому числі США, Радянського Союзу, покладені в основу сучасних технологій, що використовуються в аквакультурі [3, 4]. Аналізуючи світовий та вітчизняний досвід, фахівці відзначають, що зелені одноклітинні мікроводорості містять унікальний комплекс біологічно активних компонентів.

Зелена водорість хлорела володіє здатністю інтенсивно виробляти кисень, через що вона є невід'ємною частиною життя на підводному човні або космічному кораблі.

Хлорела використовується в якості біологічно активної добавки, так як містить мікро- і макроелементи. В медицині та косметології водорість використовується через значний вміст хлорофілу. За поживністю вона перевершує пшеницю і знаходиться майже на одному місці з м'ясом, тому активно використовується в системі дотримання здорового способу життя [6].

Висока продуктивність зелених одноклітинних мікроводоростей щодо рівня енергетичного обміну, який пропорційний площі поверхні організмів, високий рівень мінерального обміну порівняно з вищими рослинами, інші особливості водоростей визначають найбільш перспективні галузі їх використання. Хлорела – органічний високоефективний природний біостимулятор росту рослин, що прискорює коренеутворення, ріст, розвиток і цвітіння. Для тваринництва та птахівництва хлорела є альтернативним джерелом білка, вітамінів та амінокислот. Вона містить 40-55% білка і перевищує за цим показником навіть люцерну. В перерахунку на 1 га, водорості дають 20-30 т чистого білка, а люцерна – 2-3,5 т [6].

Хлорела підвищує захисні властивості рослин, антистресову стійкість при несприятливих зовнішніх впливах, включаючи посуху, акліматизацію, пересадку. Очищення стічних вод. Сільськогосподарський стік забруднений, як правило, лише біогенами, що робить його ідеальним живильним середовищем для зелених мікроводоростей, які дуже ефективно усувають забруднення із води. Тому, у рибництві хлорелу використовують для очищення ставків та збагачення води киснем. Це актуально в період спеки, коли рівень кисню у воді різко знижується і риба гине [6].

Із середини ХХ сторіччя хлорелу використовують для очищення води та поновлення складу повітря на космічних станціях і підводних човнах. Виявилось, що ця водорість багата на різні вітаміни та необхідні для організму людини хімічні елементи (фосфор, кальцій, калій, магній, залізо, мідь, сірка, йод). За вмістом цих елементів вона перевищує всі відомі культурні рослини.

Клітини хлорели містять хлорофілу більше, ніж клітини будь-яких інших рослин. Хлорофіл добре відомий своїми антибактеріальними властивостями, стимулює процеси кровотворення, роботу серцево-судинної, травної систем. Речовини, які входять до складу клітинної стінки хлорели, сприяють виведенню з організму людини отруйних речовин: агрохімікатів, важких металів,

захищають від небезпечного впливу радіації. Хлорела стимулює імунну систему людини. Тому хлорелу використовують для виробництва різноманітних препаратів та вітамінів [6].

Культуральне середовище хлорели містить широку кількість фізіологічно активних речовин, серед яких: регулятори росту та розвитку (ауксини і гиббереліни, фенольні сполуки, природні стероїди, вітаміни, амінокислоти); активатори клітинного ділення (цитокініни); природний антибіотик «хлорелин», що знищує патогенну мікрофлору. Численні дослідження, в тому числі авторів статті, виявили широкий спектр позитивних ефектів від застосування суспензії мікроводоростей у рослинництві. Під дією обробок стимулюється стійкість до біотичного та абіотичного стресу, коренеутворення, поліпшується цвітіння, плодоношення та якість продукції, термін зберігання та транспортабельність плодів, що в цілому позначається на підвищенні врожайності [6].

Завдяки особливим властивостям хлорела широко використовується в медицині. Форми використання хлорели у вигляді суспензій, порошку та таблеток, але найбільш широко використовується суспензія, яка містить живі клітини мікроорганізму і весь спектр водорозчинних метаболітів. Всі форми використовуються в різних сферах, включаючи:

- гастроентерологію – для поліпшення травлення;
- стоматологію – для зняття запалення на м'яких яснах, зміцнення кісткової тканини;
- отоларингологію – знижує частоту астматичних і алергічних нападів;
- біотехнологію – для стимуляції росту тварин і птахів, з метою попередження цвітіння води у водосховищах;
- онкологію – перешкоди для регенерації ракових клітин;
- кардіології – для зміцнення судинних стінок, нормалізації тиску, запобігання утворення тромбів;
- імунологію – для боротьби з вірусними та інфекційними захворюваннями;
- косметологію – для поліпшення здоров'я шкіри, продовження її молодості, насичення киснем;
- дієтологію – для виведення токсинів і боротьби із зайвою вагою.

Водорість є частиною різних систем годівлі і напування тварин, використовується при виробництві гранульованих комбікормів для кролів, птахів, собак і кішок. Завдяки здатності активно виробляти кисень, мікроорганізми застосовуються для виробництва кисню в замкнених екосистемах. Хлорела є ефективним органічним засобом боротьби з синьо-зеленими водоростями, що спрямований на поліпшення якості водного середовища, що є актуальним у рибництві, а саме в аквакультурі.

Висновки. Отже, раціональне використання природних ресурсів та створення ощадливих біотехнологій є пріоритетом розвитку цивілізованих країн світу. Однією з таких практик може стати застосування в аквакультурі зелених мікроводоростей. Хлорела проявляє природну конкуренцію в водоймі

та здатна впливати на витіснення синьо-зелених водоростей, а також ліквідує наслідки «цвітіння»: очищує воду, насичує її киснем, відновлює популяцію фіто- та зоопланктону. Запровадження хлорели в аквакультури для очищення рибницьких ставків від синьо-зелених водоростей влітку є ефективним та таким, що відповідає цілям сталого розвитку. Крім того, така практика може розглядатися і бути рекомендована, як адаптаційна практика щодо збереження якості поверхневих вод в умовах глобального потепління.

Список використаної літератури.

1. Гальперіна О. І. Біотехнологічні аспекти використання хлорели в аквакультури. *Вісник біотехнологій*. 2020. № 15(2). С. 23-34.
2. Макаренко А. В. Роль мікрководоростей у очищенні стічних вод. *Екологічний вісник*. 2019. № 7(1). С. 45-52.
3. Вайс Л. М. Інноваційні підходи до біомеліорації водойм. *Міжнародний науковий журнал водних ресурсів*. 2022. 12(4). С. 87-99.
4. Мельник В. П. Екологічна безпека водойм: роль водоростей Chlorophyta. *Наукові записки Інституту гідробіології*. 2020. № 28(2). С. 75-82.
5. Пешук Л. В., Приходько Д. Ю. Розробка новітніх продуктів здорового харчування з використанням зелених водоростей. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2023. № 3. С. 28-32. doi: 10.37734/2518-7171- 2022-3-5.
6. Пешук Л. В., Приходько Д. Ю. Сучасні технології використання зелених мікрководоростей у напівфабрикатах. *Scientific Collection «InterConf»*. 2022. С. 297-302.

Катерини КРИМЕЦЬ⁴⁴,

студентка 3-го року навчання,
факультету екології, лісництва та
садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ЗАХІДНОГО ТРАВНЕВОГО ХРУЩА (*MELOLONTHA MELOLONTHA L.*) ТА ВПЛИВ НА САДОВО-ПАРКОВІ КУЛЬТУРИ

Анотація. Життєвий цикл західного травневого хруща (*Melolontha melolontha L.*) є важливим об'єктом дослідження через його значний вплив на садово-паркові культури та сільське господарство. Личинки хруща, що живуть у ґрунті, пошкоджують кореневі системи рослин, а дорослі жуки живляться листям та квітками, що призводить до дефоліації і зниження

⁴⁴Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

врожайності. Масове розмноження хруща може мати серйозні наслідки для екосистем, порушуючи біорізноманіття та знижуючи стабільність агроценозів. Дослідження життєвого циклу цього шкідника, а також розробка ефективних стратегій його контролю, є важливими для зменшення його негативного впливу та забезпечення сталого розвитку садово-паркових культур.

Ключові слова: життєвий цикл, шкідники, методи контролю чисельності

Annotation. *The life cycle of the western mayfly (*Melolontha melolontha* L.) is an important subject of study because of its significant impact on horticultural crops and agriculture. Larvae of the beetle living in the soil damage the root systems of plants, and adult beetles feed on leaves and flowers, which leads to defoliation and a decrease in yield. Mass reproduction of the crucian carp can have serious consequences for ecosystems, disrupting biodiversity and reducing the stability of agrocenoses. The study of the life cycle of this pest, as well as the development of effective strategies for its control, are important for reducing its negative impact and ensuring the sustainable development of horticultural crops.*

Key words: *life cycle, pests, population control methods*

Вступ. Життєвий цикл західного травневого хруща (*Melolontha melolontha* L.), одного з найпоширеніших представників родини пластинчастовусих жуків (Scarabaeidae), є важливою темою для вивчення в контексті його впливу на садово-паркові культури. Цей вид комах відомий своїми шкідливими властивостями, особливо в періоди масового розмноження, коли їхня чисельність може суттєво збільшуватися. Західний травневий хрущ має складний життєвий цикл, який включає декілька стадій розвитку, від яйця до дорослого жука. Кожна з цих стадій характеризується специфічними особливостями поведінки та живлення, що робить їх потенційно небезпечними для різних видів рослин.

На етапі личинки хрущі живляться корінням рослин, що може призводити до значних втрат у сільському господарстві та садово-парковому господарстві. Личинки можуть залишатися в ґрунті протягом кількох років, завдаючи шкоди кореневим системам дерев, кущів та інших рослин. Дорослі жуки, що з'являються на поверхні, також є шкідниками, оскільки вони живляться листям, квітками та іншими частинами рослин. Це спричиняє дефоліацію, зниження врожайності та загальне ослаблення рослин, що робить їх більш вразливими до хвороб та інших шкідників.

Крім того, західний травневий хрущ має значний вплив на екосистему в цілому. Як вид, що зустрічається в багатьох регіонах Європи, він взаємодіє з різноманітними екосистемами, включаючи лісові масиви, луки, агроценози та парки. Зміни в його чисельності можуть мати серйозні наслідки для біорізноманіття та стабільності цих екосистем. У цьому контексті особливо важливо розуміти фактори, які впливають на динаміку популяції хрущів, такі

як кліматичні умови, наявність природних ворогів та зміни в ландшафтному плануванні.

Виклад основного матеріалу. Жук західного травневого хруща бурожовтий, із чорними грудьми; перед спинка й ноги руді або чорні, вусики бурі з булавою, що у самців складається з 7, а у самиць з 6 пластинок; довжина жука 24-30 мм. (рис. 1) [1].



Рис. 1. Жук західного травневого хруща

Личинки хруща білувато – жовті, С-образно вигнуті, м'ясисті, складчасті, з найбільш темною головою, трьома парами грудних ніг, з яких задня пара найбільш розвинена. На нижній стороні останнього сегмента є конічні шипики й волоски. Яйця хруща білі, овальні. Лялечки відкриті, вільні, жовтуваті. (рис. 2-3) [1].



Рис. 2-3. Личинка та лялечка

Навесні, коли ґрунт у місцях зимівлі жуків прогріється до +9 ...+13, а температура повітря перевищить +9, відбувається їхній виліт. За часом це збігається з масовим цвітінням абрикоса. Удень жуки сидять у кроні дерев, харчуючись листям і зав'яззю, а ввечері літають. Період їхнього харчування – із квітня по червень. Після цвітіння яблуні самки відкладають яйця в ґрунт. Приблизно через місяць (у червні – липні) відроджуються личинки хруща, які живуть і харчуються в ґрунті 3-4 роки. Перший рік життя вони харчуються переважно перегноєм. На другий рік із середини червня личинки хруща піднімаються з місць зимівлі в поверхневий шар ґрунту й продовжують харчуватися гумусом і молодими корінцями рослин. Після линьки розміри їх значною мірою збільшуються. Восени вони йдуть на другу зимівлю [1].

Навесні третього року личинки знову піднімаються до поверхні ґрунту й посилено живляться рослинною їжею. Вони збільшуються у розмірі: товщина – 45-65 мм, довжина – 6-8 см. І саме в цей час вони завдають найбільшої шкоди різним культурним рослинам. Восени личинки хруща йдуть на глибину до 1,5 м і залишаються там на третю зиму.

Наступною весною й на початку літа личинки хруща продовжують завдавати шкоди рослинам. В червні – липні вони линяють востаннє, заглиблюються в ґрунт на 30-60 см і там заляльковуються. Через 1-1,5 місяця з лялечок виходять жуки, які зимують у ґрунті. На відкритих місцях, у розпушеній землі заляльковування відбувається на глибині 1 м [1].

Це сезоні жуки, які зникають до кінця червня, а то й раніше, і харчуються листям дерев. Та шкідливі вони зовсім не цим: найбільшої шкоди завдають їхні личинки. У перший рік вони харчуються гумусом, а ось далі – корінням сільськогосподарських культур та овочів – зріджують сходи, обгризають молоді корінці, потім їдять бульби і коренеплоди. Також личинки травневих хрущів об'їдають і сильно пошкоджують корені сіянців, саджанців і молодих дерев, причому пожирають все, що трапиться на шляху [2].

Якщо сходи рослин дуже швидко в'януть і гинуть – це головний сигнал до пошуку у ґрунті травневих хрущів. Личинки підгризають корені, тож такі рослини легко висмикнути з ґрунту. Для великих рослин основні симптоми ураження коренів – відставання в рості, в'янення листя. Пошкодження коріння може повністю знищити навіть молоді дерева. Підтвердити те, що причиною цих проблем є личинка травневого хруща, можна тільки знайшовши саму личинку, розкопавши ґрунт біля кореня [2].

У парках і садах, де естетичний вигляд і здоров'я рослин є пріоритетом, масове пошкодження кореневої системи і дефоліація можуть мати серйозні наслідки. Наприклад, у великих парках або ботанічних садах пошкодження, спричинене хрущами, може знизити цінність і привабливість території, призвести до втрати старих і цінних дерев.

У деяких парках Західної Європи масове розмноження хруща західного травневого призвело до значних втрат деревних насаджень. Наприклад, у парку Шварцвальд у Німеччині спостерігали загибель сотень дерев через пошкодження кореневої системи личинками хруща. Подібна ситуація спостерігалася і в окремих районах Франції та Швейцарії, де парки і сади страждали від масового нашествия цього шкідника.

У Франції, особливо в Бургундії, виноградники зазнавали значної шкоди через хруща західного травневого. Личинки хруща пошкоджували коріння виноградних лоз, що призводило до їх загибелі або значного зниження врожайності винограду. Для боротьби з шкідником виноградарі використовували біологічні методи, такі як введення нематод у ґрунт і залучення птахів, а також хімічні обробки в періоди пікової активності жуків. Цей комплексний підхід допоміг знизити чисельність хрущів і відновити здоров'я виноградників [6].

Західний травневий хрущ є важливим компонентом харчових ланцюгів у багатьох екосистемах. Його личинки та дорослі особини є джерелом їжі для різних хижаків, включаючи птахів, ссавців, рептилій і навіть деяких комах. Багато видів птахів, такі як шпаки, дрозди, синиці та дятли, харчуються як личинками, так і дорослими хрущами. Зменшення чисельності хрущів може призвести до скорочення доступного харчування для цих птахів, що в свою чергу може знизити їхню чисельність або змусити їх мігрувати в пошуках інших джерел їжі. Деякі ссавці, такі як їжаки, борсуки і навіть лисиці, також харчуються хрущами, особливо під час масового вильоту дорослих особин [5].

Хоча хрущі є шкідниками для рослин, вони також є частиною екосистемного балансу. Різке зменшення їхньої чисельності може вплинути на екологічну рівновагу. Якщо хрущі зникають або їх стає значно менше, інші види комах або безхребетних можуть зайняти їхню нішу, що призведе до змін у конкуренції між видами, можливо, спричиняючи зростання чисельності інших шкідників.

Личинки травневого хруща не виносять надлишку азоту та лужної реакції. І перше, що потрібно спробувати – це прості азотні добрива, наприклад, аміачну селітру та засоби для розкислення ґрунту (якщо це не протипоказано рослинам) [3].

На грядках, сезонних квітниках, пустих ділянках, навколо ягідних кущів та плодкових дерев при ознаках появи хрущів і як профілактику можна посіяти сидерати, що активно збагачують ґрунт азотом, наприклад, люпин та білу конюшину. Сидерати принесуть і іншу користь – відновлять, захистять, збагатять землю, скоротять догляд, стримають бур'яни.

У квітниках і багаторічних насадженнях можна використати:

- мульчу з подрібненої конюшини чи бузини;
- відвар листя грецького горіха (1 кг на відро води, довести до кипіння й настояти тиждень);
- настій цибулевого лушпиння (2 склянки на відро, з настоюванням тиждень або більш «швидкий» відвар з кип'ятінням протягом 5 хв);
- настій гірчичного порошку (100 г на 10 л);
- часниково-цибулевий настій (200 г подрібнених з лушпинням цибулин залити 1 л води, настоювати 10 днів і розбавляти по 2-3 ст. л. на відро води);
- додавання жменьки лушпиння в посадкові ямки, органічні добрива, що вносяться в землю чи мульчу [3].

Якщо поруч є занедбані ділянки, у період появи травневого хруща відловлюйте жуків до того, як вони встигнуть непомітно заглибитись у землю. Зробити це можна за допомогою різних саморобних пасток і хитрощів:

- струшування жуків з дерев після холодної ночі рано вранці (працює, якщо вночі температура до +12°C);
- готові пастки для жуків, наприклад, клейові принади для мух та жуків чи клейка стрічка, яку можна прикріпити до дошки і картону;
- «приманки» з гною чи компосту на відкритих місцях, температури яких будуть приваблювати самок більше голої землі і з яких потім легко вибрати й знищити кладки яєць і личинок;

- світлові пастки для жуків: помістити на дно банки чи контейнера автономне джерело світла і обмастити стінки липким розчином чи солідолом або натягнути перед ліхтарем простирадло з тазом з оцтовою водою для падаючих жуків;

- пастки на деревах з пластикових пляшок (верхню частину зрізають і перевертають «лійкою», на дно наливаючи зброжене варення, квас, підсолоджене пиво) [3].

Усунути появу личинок травневого жука на ділянці на 100% досить складно, однак можна значно зменшити їх кількість і мінімізувати збиток врожаю. Для цього існують спеціалізовані хімічні та біологічні препарати, які забезпечать захист садових і городніх культур на протязі всього вегетаційного періоду. Захисні заходи підбирають залежно від місцевих умов, видів культур і ступеня зараження ділянки. Регулярний моніторинг і оцінка ефективності прийнятих заходів допоможуть у своєчасній корекції стратегії боротьби з травневим жуком. Перед висадкою розсади овочевих культур та картоплі, цілком доцільно обробити посівний матеріал за допомогою інсектицидних протруйників, таких, як Тірана, МагнумДуо, Селест Топ, Тексіовелум. Передпосівна обробка інсектицидом допоможе захистити рослини від ґрунтових шкідників на вразливих етапах росту [4].

Найбільш поширеними біологічними засобами боротьби з травневим жуком вважаються препарати: Метавай, Боверин, MetaRiz, Bover IM, Ентоцид. Засоби вносять у ґрунт перед посадкою культур, а також проводять обробки ґрунту перед посівом (посадкою). Вони добрі тим, що абсолютно безпечні для екосистеми і не завдають шкоди комахам-опилювачам, в тому числі бджолам.

Ефективним способом захисту посівів плодово-ягідних, овочевих та зернових насаджень є проведення обробки кореневої системи розсади овочів та саджанців дерев двокомпонентним інсектицидом Антихрущ. Даний препарат характеризується високим ступенем захисту проти личинок хрущів та інших шкідників, які мешкають у ґрунті та становлять загрозу для кореневої системи культур. У складі препарату Антихрущ містяться 2 діючих речовини (біфентрин/ bifenthrin 100 г/л, імідаклоприд/ imidacloprid 100 г/л), які ефективно доповнюють один одного. Ефект дії активних компонентів препарату проявляється в ураженні функцій центральної нервової системи шкідників, що призводить до їхньої швидкої загибелі від паралічу. При цьому важливо знати, що комахи, пошкоджуючи рослину, також сприяють розвитку вторинної грибкової та вірусної інфекції, тому своєчасне застосування препарату дозволить запобігти низці негативних наслідків і захистити врожай [4].

Захистити кореневу систему саджанців плодових дерев від ненажерливих личинок хруща можна, використовуючи препарат Ініціатор, виготовлений у формі таблеток. При посадці саджанців вносять у посадкову яму по 1-2 таблетки, залежно від об'єму вегетативної маси рослини. У період вегетації саджанців рекомендується вносити 1-2 таблетки в область коренів рослини один раз на рік. Спочатку слід зволожити землю, а потім за допомогою палиці або іншого пристосування помістити таблетку Ініціатор у кореневу зону

рослини. По закінченні потрібно добре полити ґрунт водою і розпушити. Кожна таблетка містить комбінацію добрив та системного інсектициду імідаклоприд (imidacloprid), дія яких захистить культури на строк до 1-2 років, залежно від швидкості росту та умов вирощування. Поступове вивільнення мікроелементів забезпечить базове живлення рослинам на тривалий час [4].

У боротьбі проти личинок травневого хруща, а також інших ґрунтових шкідників можна також використовувати наступні препарати згідно з інструкцією виробника: Stop Хрущ (клотіанідин/clothianidin 200 г/л), Регент (фіпроніл/ fipronil), Атака хрущ (спіродіклофен/spirodiclofen, 240 г/л), Твіксґрунтовий (хлорпірифос/chlorpyrifos, 500 г/л, циперметрин/supermethrin, 50 г/л), Rembek (хлорпірифос/chlorpyrifos 0.5г/кг, імідаклоприд/ imidacloprid 0.5 г/кг), Вофатокс, Актара (тіаметоксам/ thiamethoxam 250 г/кг). Важливо врахувати, що хімічні засоби не можна використовувати під час цвітіння та плодоношення культур. Також слід пам'ятати, що при повторному використанні препарати рекомендується чергувати, щоб уникнути ймовірності звикання личинок до їх дії [4].

Висновки. Таким чином, дослідження життєвого циклу західного травневого хруща та його впливу на садово-паркові культури є не тільки науково цікавим, але й практично значущим завданням. Вивчення екологічних взаємодій цього шкідника з навколишнім середовищем дозволяє розробити ефективні стратегії управління його чисельністю, що може значно знизити шкоду, завдану садово-парковим культурам і сільському господарству. Це має велике значення для збереження біорізноманіття, забезпечення сталого розвитку агроєкосистем та збереження ландшафтної естетики в регіонах, де цей вид є поширеним.

Для подальшого вивчення цієї теми важливо звернути увагу на аспекти життєвого циклу хруща, що сприяють його адаптації до різних умов середовища, а також на методи контролю та профілактики його поширення. Це включає як біологічні, так і хімічні методи боротьби, що дозволяють ефективно знижувати шкоду, завдану цим шкідником.

Список використаної літератури

1. Західний травневий хрущ URL: <https://www.elitkartofel.com/zaxidnij-travnevij-xrushh/> (дата звернення: 26.08.24 р.)
2. Рудська Н.О., Пінчук Н.В., Ватаманюк О.В. Лісова ентомологія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця : ТОВ «Твори», 2020. 289 с.
3. Як позбутися личинок хруща: ефективні методи боротьби та профілактики URL: https://zaxid.net/lichinki_hrushha_yak_pozbutisya_efektivni_metodi_profilaktika_n1544663 (дата звернення: 26.08.24 р.)
4. Травневий хрущ: найпростіший спосіб зупинки його личинок URL: <https://rava-mr.gov.ua/news/1714055935/> (дата звернення: 27.08.24 р.)

5. Мринський І.М., Тимощук Т.М. Шкідники лісу, садово-паркових культур та полезахисних лісонасаджень. Том 1. Шкідники листяних порід. 2022. 672 с.

6. Окрушко С.Є., Вергелес П.М. Хвороби і шкідники лісових та садово-паркових культур. Вінниця: ТОВ Твори, 2020. 276 с.

7. Західний травневий хрущ URL: <https://agrarii-razom.com.ua/pests/zahidniy-travneviy-hrush> (дата звернення: 26.08.24 р.)

Анастасія ЛУЦЕНКО⁴⁵,
студентка 3-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ ХВОЙНИХ НАСАДЖЕНЬ

Анотація. *Хвоє гризучі шкідники особливо різноманітні та багаточисленні, включають представників різних видів лісових комах, що живляться листям та хвоєю. У личинковій і дорослій стадіях (імаго) вони ведуть відкритий спосіб життя (тільки деякі у фазі личинки живуть усередині листя), тому на них безпосередньо впливають різноманітні кліматичні фактори. Для одних з хвоє гризучих комах (пильщиків, шовкопрядів, ткачів) характерні великі коливання чисельності; вони утворюють вогнища переважно в молодих насадженнях, парках і полезахисних смугах. Іноді можна зустріти на гілках цілі гнізда комах. Найчастіше піддаються пошкодженню сосна Веймутова, кедрова, гірська і звичайна. Боротися з цими шкідниками нескладно. Основне завдання – вчасно побачити гусениць і вжити заходів щодо їх знищення.*

Ключові слова: *шкідники, комахи, личинки, хвоя, насадження.*

Annotation. *Coniferous pests are especially diverse and numerous, include representatives of various types of forest insects that feed on leaves and needles. In the larval and adult stages (imago), they lead an open lifestyle (only some in the larval phase live inside the leaves), so they are directly affected by various climatic factors. Some of the needle-gnawing insects (sawflies, silkworms, weavers) are characterized by large fluctuations in numbers; they form foci mainly in young plantations, parks and field protection strips. Sometimes you can find whole nests of insects on the branches. Weymouth pine, cedar, mountain and common pine are most often attacked. Fighting these pests is not difficult. The main task is to see the caterpillars in time and take measures to destroy them.*

Key words: *pests, insects, larvae, needles, plantations.*

⁴⁵Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Вступ. У даній статті висвітлено шкідники, які пошкоджують, кедр, кедр гімалайський, ялицю, болиголов, ялівець, сосну та ялину в розплідниках і на ландшафті. Хвойні насадження становлять основну частину кущів, які вирощують комерційні розплідники. Завдяки дивовижному різноманіттю форм і відтінків зеленого і жовтого кольорів хвойні дерева належать до найважливіших ландшафтних рослин. Хоча хвойні рослини зазвичай не вимагають особливого догляду, вони іноді пошкоджуються комахами та павутинними кліщами в ландшафті або засихають.

Виклад основного матеріалу. Хвойні рослини, як і всі інші, схильні до нападу шкідників. Справитися з ними можна, знаючи, як вони виглядають, та яким чином завдають шкоди деревам і кущам. Давайте розглянемо найбільш поширені і небезпечні шкідники хвойних рослин.

Хвойний павутинний кліщ – дуже поширений шкідливий організм. Він часто зустрічається на диких і декоративних деревах і чагарниках в смузі помірного і субтропічного клімату Північної півкулі. Причому чим південніше росте рослина, тим більше шансів зустріти даного шкідника [1].

Живиться павутинний кліщ соками хвойних рослин, таких як туя, сосна, ялиця, ялина і ялівець. Доросла особина – майже чорна з блідою середньою смугою, самиця нагадує маленького павука (від 0,38 до 0,42 мм завдовжки). Його головогруді та кінцівки мають забарвлення від блідо-коричневого до рожевого кольору. Дві червоні очні плями помітні. Самець подібний, але менший (від 0,29 до 0,35 мм). Його забарвлення варіюється від світло-коричневої до цегляно-червоного. Голова з тупим, коротким хоботком, на якому розташовуються органи живлення. Дорослий кліщ має 8 ніг з великою кількістю придатків, за допомогою яких він може кріпитися до рослини. (рис. 1) [4].



Рис. 1 Хвойний павутинний кліщ та пошкодження, що викликане даним шкідником.

Самиці одночасно відкладають запліднені і незапліднені, круглі, білі, прозорі або жовтуваті яйця. З яких на світ з'являються молоді самиці і самці (причому останні відроджуються виключно з незапліднених яєць).

Яйце – коричневе, округле та вдавлене, яйце (шириною 0,15 мм) має ледь помітні смуги навколо центральної щетинки. Личинка – має шість ніг і блідо-коричнево-рожевого кольору. Німфа – за винятком менших розмірів, німфа нагадує дорослу особину.

Рослини-господарі – ялиновий павутинний кліщ живиться ялиною, туєю, сосною, ялицею Дугласією, ялицею Фрейзера та різними хвойними деревами в розплідниках і фундаментних посадках.

Хвойний павутинний кліщ вважається найбільш шкодочинним кліщем, що живиться на хвойних деревах. Цей шкідник призводить до того, що хвоя жовтіє або буріє і передчасно опадає. При серйозному пошкодженні рослина може через кілька років інтенсивного живлення засохнути [2].

Ялиновий павутинний кліщ зимує у стадії яйця, які зазвичай відкладаються біля основи хвої. У квітні-травні із яєць відроджуються личинки, які починають жити. Кліщі розвиваються через серію німфальних стадій, досягаючи дорослої стадії через 4-5 тижнів. З настанням сезону відбувається накладання поколінь, що всі стадії присутні одночасно. Ялиновий павутинний кліщ здається «кліщем прохолодної погоди», максимальне живлення та розмноження відбувається навесні та восени. Практично неактивні в жарку погоду, вони піддаються нападу хижих комах, які зазвичай знищують популяцію влітку.

Оскільки ялиновий павутинний кліщ найбільш активний у прохолодну погоду, для досягнення максимальної ефективності інвазії слід проводити захисні заходи в кінці літа або взимку. Для отримання бажаного контролю може знадобитися багаторазове позакореневе внесення належних засобів з інтервалом у 2 тижні [1].

Однак головна небезпека, яку несе хвойний павутинний кліщ, йде в його плодючості і швидкості розвитку. При сприятливих умовах він повністю завершує свій життєвий цикл. Від яйця до яйця всього за 7-10 днів. Що може вважатися своєрідним рекордом серед шкідників. Таким чином, за сезон всього десяток комах може перетворитися в багатотисячну колонію, що буквально окупує кілька десятків дерев.

Хвойний павутинний кліщ має дуже маленькі розміри. Побачити його неозброєним оком просто неможливо. Однак поява його на рослині все ж не залишиться непоміченим. В процесі своєї життєдіяльності ця комаха створює на дереві або чагарнику цілу мантію з щільною, білою павутиною. Такий покрив ускладнює нормальний повітрообмін рослини, а також ускладнює проведення фотосинтезу, що негативно впливає на стан хвої.

Також ознаками появи павутинного кліща вважаються:

- білясті точки на хвої, в місцях живлення комах;
- знебарвлення, всихання і відмирання хвої;
- червонуватий, плямистий наліт на гілках і голках, який утворюється в місцях скупчення шкідника.

Звичайний сосновий пильщик (Diprion pini) – шкідник соснових молодняків. Пошкоджує рослини на стадії личинки. Розмноження двостатеве. Розвиток повний. За вегетаційний період розвивається один-два покоління. Зимує личинка (німфа) в коконі. Для шкідника характерне періодичне виникнення спалахів масового розмноження. Доросла особина – за зовнішнім виглядом, як і муха, інтродукований сосновий пильщик відрізняється від мухи

двома парами крил. Самиця пильщика чорно-жовта з ниткоподібними вусиками і має середню довжину 8 мм. Самець пильщика коричнево-чорний з широкими пір'ястими вусиками і в середньому довжиною 7 мм. [4].

Коли яйце вперше відкладено, воно блідо-блакитно-біле і має довжину приблизно 1,5 мм. Він має прямі сторони та тупі, закруглені кінці. Перед вилупленням яйце трохи збільшується і стає темно-зеленим (рис 2).



Рис. 2 Звичайний сосновий пильщик, личинка та пошкодження хвої.

Личинка коли відроджується, довжина не перевищує 3 мм, молода личинка тьмяно-сіра з чорними ногами. У міру дорослішання личинка зазнає тонких змін кольору і з часом стає темно-сірою або чорною з білими та жовтими плямами, блискучою чорною головою та темною подвійною смугою на спині. Довжина повністю дорослої личинки може досягати 25 мм.

Кокон – лялечка укладена в темно-коричневий кокон довжиною від 7 до 9 мм і шириною від 3,5 до 4 мм. Кокон самиці пильщика трохи більший, ніж у самця. [3].

Рослини-господарі – п'ятиголкові сосни та м'які двоголкові сосни є кращими господарями цього шкідника. Біла сосна особливо схильна до зараження; Також часто ушкоджуються сосни звичайна, червона, кедр та австрійська.

Личинки пильщика пошкоджують хвойні дерева шляхом дефоліації. Рвані, подрібнені краї на зовнішніх кінчиках голок є першою ознакою зараження. Молоді личинки відповідальні за цей вид травми. Старші личинки поїдають цілу хвою і обгризають кору. Якщо сильна дефоліація відбувається наприкінці сезону після формування бруньок, гілки або цілі дерева можуть загинути. Ті дерева або кущі, які пережили зараження, часто втрачають більшу частину верхівки [5].

Наступна інформація ґрунтується на дослідженнях історії життя в більш встановлених областях його поширення. Інтродуковані соснові пильщики зимують як передлялечки всередині коконів, які зазвичай ховаються серед ґрунтової підстилки. Дорослі особини першого покоління з'являються з квітня по червень, перші яйця відкладають приблизно в середині травня. Відкладаючи в середньому 70 яєць, самки вставляють близько 10 яєць поспіль в одну хвою. Через 10-14 днів з яєць вилуплюються личинки, які харчуються хвойними деревами. Наприкінці липня личинки починають прясти кокони серед голок, у щілинах кори або біля основи дрібних гілок.

Пильщики другого покоління вперше з'являються на початку серпня. Через 7-8 днів після відкладання яєць личинки вилуплюються і харчуються до вересня. Потім кокони прядуть на деревах або серед ґрунтової підстилки. Деякі з цих коконів зимують, але дорослі пильщики виходять з інших і створюють часткове третє покоління пізньої осені. Однак більшість цих пізніх личинок, а також передлялечок у коконах на деревах гине від низьких зимових температур. Найбільше шансів пережити зиму мають кокони серед ґрунтової підстилки [2].

Паразити, хижаки та низькі зимові температури знищують більше половини зимуючої популяції пильщика; але сильна інвазія неминуче повторюється. Обробка великих площ дерев непрактична, але невеликі локалізовані інвазії можна контролювати. Пестициди доступні для обробки заражених дворових дерев, кущів або розсадників. Оскільки покоління перетинаються і всі життєві стадії можуть бути присутніми одночасно, повторне застосування пестицидів може бути необхідним для боротьби з новими личинками пильщика в міру появи [5].

Рудий сосновий пильщик (Neodiprion sertifer) – це комаха з групи пильщиків, що живиться хвоєю сосни. Ця комаха є одним з найбільш поширених і небезпечних шкідників сосни в Україні та інших країнах. Діяльність рудого соснового пильщика може призвести до значних збитків для лісового господарства, оскільки він пошкоджує хвою, знижує продуктивність і якість деревини, а також сприяє розвитку інших хвороб і шкідників сосни. У цій статті ми зосередимо увагу на причинах, ознаках, наслідках діяльності рудого соснового пильщика для сосен. (рис. 3) [4].



Рис. 3 Рудий сосновий пильщик (імаго) та личинка, яка пошкоджує хвою

Рудий сосновий пильщик – це комаха з класу Комахи, родини Пильщиків. Комаха має довге і зігнуте рило, на кінці якого розташовані ротові органи. Дорослий пильщик має чотири крила і має довжину від 5 до 10 мм. Самиця міцна. Її тіло завдовжки 7–9 мм, вузьке, рудо-жовте, вусики пильчасті, яйцеклад пілоподібний, короткий; жилки на крилах бурі. Її голова і грудна клітка червонувато-коричневі, а черевце чорне. Менший самець стрункіший і повністю чорний, блискучий, ноги і стерніти черевця руді; із широкими пір'ястими вусиками. Самиця відкладає яйця по 10-15 шт. у пропил, зроблений яйцекладом у старій хвої. З яєць відроджуються личинки, які живляться хвоєю сосни.

Яйце – нещодавно знесене білувате, гладке, блискуче та напівпрозоре, довжина приблизно 0,2 мм, ширина 0,6 мм. Личинка – що відродились, має довжину до 0,6 мм з білуватим тілом і коричневою прозорою головою. Коли личинка повністю виросла, вона має довжину майже 26 мм і має яскраво-червону голову. Тіло варіюється від блідо-білувато-жовтого до темно-жовтого з двома-чотирма рядами чорних плям на кожній стороні живота. Останній черевний сегмент має велику чорну пляму з кожного боку.

Кокон – лялечка знаходиться в червонувато-коричневому, паперовому, жорсткому коконі циліндричної форми із закругленими кінцями. Довжина кокона самиця близько 8,5 мм; у самки довжиною близько 10 мм [3].

Незважаючи на те, що рудий сосновий пильщик був вперше описаний у 1858 році, серйозні спалахи та загибель дерев-господарів не були поширеними аж до створення соснових плантацій. Переважними хостами є сосна Джек, червона, коротколиста, довголиста, смоляна та швейцарська гірська сосна. Біла сосна, модрина, кедр дезодар і ялина звичайна також можуть бути позбавлені листя, особливо якщо вони ростуть поблизу дерев бажаних порід. Червоноголовий сосновий пильщик відкладає яйця тільки на твердих соснах. Ця комаха переважно харчується на молодих деревах (від 0,3 до 5 м заввишки). На півдні він також віддає перевагу деревам у затінених місцях.

Повне заселення фітофагом знищую невеликі дерева, тоді як менш інтенсивне живлення призводить до поганого росту в діаметрі та затримки росту у висоту. Опустілі гілки часто гинуть.

Зиму проводить як передлялечка в коконі, який пряде в підстилці або у верхньому шарі ґрунту під господарем. Залялькування відбувається раною весною, а дорослі особини з'являються через кілька тижнів. Деякі передлялечки можуть залишатися в стані спокою (діапауза) протягом кількох сезонів перед появою. Яйця відкладаються в тканини хвої поточного або минулого року. Одна самиця відкладає близько 120 яєць, які зазвичай скупчені на голках однієї гілочки. Відкладання яєць може відбуватися перед спаровуванням, незапліднені яйця дають лише чоловіче потомство. Яйця вилуплюються через 3-5 тижнів. Личинки живуться скупченнями до 100 особин протягом 25-30 днів, іноді повністю очищаючи дерево від верхівки вниз, перш ніж вони досягнуть зрілості. Вони можуть покинути дерево і мігрувати на кілька ярдів у пошуках нового листя. Повністю дорослі личинки падають на землю, потрапляють у ґрунт і прядуть свої грубі, червонувато-коричневі кокони, де вони проводять зиму. На півдні може бути п'ять поколінь на рік [3].

У лісах деякий природний контроль досягається гризунами, які знищують велику кількість коконів. Хвороби та різкі перепади температури часто знищують багато личинок. Також у США та Канаді вирощено 58 видів паразитів і хижаків соснового пильщика. Якщо лише кілька колоній личинок присутні на невеликих придорожніх, декоративних або плантованих деревах, їх можна зібрати або струсити з дерев і знищити.

Висновки. Отже, переважна більшість шкідників лісу відноситься до класу комах, у меншій мірі шкодять деякі види кліщів і хребетних тварин Під

час спалаху масового розмноження хвоєгризучі комахи порівняно в короткі терміни здатні розповсюджуватися на тисячі гектарів і наносити лісам сильні пошкодження, викликаючи втрату приросту, сильне ослаблення і подальше усихання дерев або цілих насаджень. Проти хвоєгризучих шкідників, окрім санітарно-профілактичних, застосовують хімічні заходи боротьби. Насадження обробляють інсектицидами, як правило, під час наростання чисельності, коли личинки знаходяться в молодшому віці, менш стійкі до них і коли завдається незначного збитку корисній фауні. З біологічних заходів боротьби застосовують розселення корисних птахів, (розвішування синичників), при створенні нових насаджень вводять до складу чагарникові плодови деревні породи для кращого приваблювання їх в ліси, охорону і розселення лісових мурашок. Організація охорони і захисту лісів передбачає здійснення комплексу заходів від шкідників і хвороб. Переважна більшість шкідників лісу відноситься до класу комах, у меншій мірі шкодять деякі види кліщів і хребетних тварин. Тож, бережімо ліс!

Список використаної літератури

1. Рудська Н.О., Пінчук Н.В., Ватаманюк О.В. Лісова ентомологія: навч. посіб: за ред. Н.О. Рудська Вінниця: ТОВ Твори. 2020. 288 с.
2. Мринський І.М., Тимощук Т.М. Шкідники лісу, садово-паркових культур та полезахисних лісонасаджень. Том 1. Шкідники листяних порід. 2022. 672 с.
3. Мринський І.М., Тимощук Т.М. Шкідники лісу, садово-паркових культур та полезахисних лісонасаджень. Том 2. Шкідники хвойних порід. 2022. 308 с.
4. Окрушко С.Є., Вергелес П.М. Хвороби і шкідники лісових та садово-паркових культур. Вінниця: ТОВ Твори, 2020. 276 с.
5. Станкевич С.В., Леженіна І.П., Мешкова В.Л., Забродіна І.В., Байдик Г.В., Сіроус Л.Я., Герман Л.В. Лісова ентомологія: назви основних шкідників лісових насаджень. Вид. 2-ге, перероб. і доп. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 136 с.

Максим ЩЕКАЛЬОВ⁴⁶,
студент 3-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗБІЛЬШЕННЯ ПОПУЛЯЦІЇ КОРИСНИХ КОМАХ У БАЛАНСІ ЕКОСИСТЕМ МІСЬКИХ ПАРКАХ

***Анотація.** Корисні комахи, є важливою складовою у ланцюгу живлення, сприяють ефективному запиленню рослин, розкладанню органічних речовин та контролю чисельності комах-фітофагів. Дослідженнями розглянуто методи збереження та підвищення біорізноманіття корисних комах у міських паркових насадженнях, включаючи створення сприятливих умов для їхнього існування, висадку місцевих видів рослин та обмеження використання пестицидів. Підтримка комах у міських парках не лише сприяє стабільності екосистем, але й покращує якість життя мешканців міста через збереження природної краси та функціональності зелених зон.*

***Ключові слова:** корисні комахи, екосистема, біорізноманіття, екологічна рівновага, природні вороги, запилення, збереження довкілля, урбанізовані середовища, міські парки, стале управління.*

***Annotation.** Beneficial insects are an important component in the food chain, contribute to effective pollination of plants, decomposition of organic substances and control of the number of phytophagous insects. Research has examined methods of preserving and increasing the biodiversity of beneficial insects in urban parks, including creating favorable conditions for their existence, planting native plant species, and limiting the use of pesticides. Supporting insects in city parks not only contributes to the stability of ecosystems, but also improves the quality of life of city residents by preserving the natural beauty and functionality of green areas.*

***Key words:** urban parks, insects, ecosystem, biodiversity, ecological balance, natural enemies, pollination, environmental conservation, urban environments, sustainable management.*

***Вступ.** Міські парки відіграють важливу роль у підтриманні екологічного балансу в урбанізованих територіях, забезпечуючи зелені оази посеред міської забудови. Одним з ключових елементів цих екосистем є комахи, які виконують низку життєво важливих функцій, таких як запилення рослин, розкладання органічних речовин і регуляція популяцій шкідників. Незважаючи на їхню важливість, комахи часто недооцінюються або навіть зазнають загроз через*

⁴⁶Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

використання хімічних засобів боротьби зі шкідниками, зменшення площ природних середовищ і зміну клімату.

У цьому контексті дослідження ролі комах у міських парках та розробка заходів для підтримання їхньої чисельності та різноманіття є важливим завданням для екологічного управління та збереження біорізноманіття в міських умовах [7]. Вивчення способів сприяння комахам у міських парках дозволить покращити екологічну стабільність цих зелених зон і підвищити їхню цінність як природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Виклад основного матеріалу. Комахи відіграють центральну роль у функціонуванні екосистем міських парків, виконуючи ключові екологічні функції, що підтримують стабільність і біорізноманіття зелених зон. Однією з найважливіших функцій є запилення рослин.

Запилення є одним із найважливіших процесів у міських парках, що забезпечує відтворення рослин і підтримання їхньої популяції. Воно відбувається, коли комахи, такі як бджоли, метелики, жуки та інші, переносять пилок з тичинок однієї квітки на маточки іншої (рис. 1). Цей процес часто залежить від конкретних умов середовища, таких як наявність відповідних квітучих рослин, температурний режим, вологість і доступність нектару, який приваблює запилювачів. Бджоли (*Anthophila*, або *Apiformes*), наприклад, є одними з найбільш ефективних запилювачів, оскільки вони активно збирають пилок і нектар для своїх вуликів, одночасно забезпечуючи запилення великої кількості квіток [8].

Запилення квітки бджолою є складним і важливим процесом, який включає кілька етапів і механізмів.

Коли бджола відвідує квітку для збору нектару, вона сідає на квіткову частину, зазвичай на пелюстки або чашолистки. Бджола використовує свої довгі язики для витягування нектару з нектарників – спеціалізованих залоз, розташованих у квітці. Під час цього процесу бджола збирає не тільки нектар, але і пилок, який прилипає до її волосків на тілі, особливо на задніх лапках і грудях. Після збору нектару і пилку з однієї квітки, бджола переносить ці частинки на наступну квітку того ж виду. Пилок, що залишився на тілі бджоли, контактує з частинами репродуктивної системи квітки – рильцем (жіночою частиною, що приймає пилок) та тичинками (чоловічими частинами, що виробляють пилок). Під час цього контакту пилок переноситься з однієї квітки на іншу, що є критичним для процесу запилення.

Запилення відбувається, коли пилок, що переноситься бджолою, потрапляє на рильце іншої квітки. Це дозволяє пилковим зернам проростати і передавати сперматозоїди до яйцеклітини, що в свою чергу веде до запліднення і формування насіння. Бджоли, завдяки своїй ефективній техніці збору пилку та нектару, сприяють перехресному запиленню, що підвищує генетичну різноманітність рослин і сприяє їх здоров'ю і продуктивності. Цей процес важливий не лише для відтворення рослин, але і для збереження екологічної рівноваги, забезпечуючи ресурси для багатьох інших видів, включаючи інші тварини і людей [1].

Метелики (Lepidóptera) та жуки (Coleoptera Linnaeus) також сприяють цьому процесу, хоча роблять це менш активно. Запилення зазвичай відбувається в період активного цвітіння рослин, коли квітки відкриті й готові до запилення. Оптимальні умови для цього процесу включають теплу та сонячну погоду, оскільки в таких умовах комахи більш активні. Запилення рослин відіграє критичну роль у підтриманні біорізноманіття міських парків, оскільки сприяє розмноженню широкого спектра рослинних видів. Це не лише збагачує флору парку, але й створює різноманітну базу харчових ресурсів для інших організмів, включаючи птахів і дрібних ссавців, які залежать від насіння, плодів та інших частин рослин. Таким чином, запилення забезпечує екологічну стабільність і стійкість міських парків, підтримуючи складні взаємозв'язки між різними видами і сприяючи збереженню екосистем.



Рис 1. Процес запилення рослини бджолою (Anthophila, або Apiformes)

Розкладання органічних речовин є ключовим процесом у міських парках, що сприяє підтриманню екосистемної рівноваги та забезпечує родючість ґрунту. Комахи-сапрофаги, такі як мурахи (Formicidae) та деякі види мух (рис. 2), відіграють важливу роль у цьому процесі. Вони розщеплюють органічні залишки, включаючи опале листя, мертві рослини та інші органічні матеріали, на більш прості речовини [5]. Ці комахи активно споживають і перетравлюють органічні залишки, сприяючи їх розкладанню на менші частинки, що полегшує роботу мікроорганізмів, які завершують процес перетворення органічної речовини в гумус.



Рис 2. Сіра м'ясна муха (Sarcophaga carnaria)

Гумус, який утворюється в результаті цього процесу, є важливим компонентом ґрунту, що поліпшує його структуру, збільшує здатність утримувати вологу і забезпечує рослини необхідними поживними речовинами. Завдяки комахам-сапрофагам, поживні речовини, які були замкнуті в органічних залишках, повертаються до ґрунту, стаючи доступними для рослин. Це забезпечує здорове зростання рослин, покращує їх стійкість до стресових умов і сприяє загальному біорізноманіттю в міському парку.

Крім того, процес розкладання допомагає зменшити кількість органічного сміття, що накопичується в парках, запобігаючи його накопиченню та сприяючи підтриманню чистоти і порядку в зелених зонах. Таким чином, розкладання органічних речовин є не лише важливим для збереження ґрунтової родючості, але й для загального здоров'я та стійкості екосистеми парку, що робить цей процес незамінним у підтриманні природної рівноваги міських зелених зон.

Регуляція чисельності шкідників є важливою екологічною функцією, яку виконують комахи в міських парках, сприяючи збереженню здоров'я та стабільності рослинних спільнот. Хижі комахи, такі як сонечка (*Coccinellidae* Latreille), павуки (*Araneae*) та паразитичні оси, відіграють ключову роль у підтриманні природного балансу, полюючи на шкідливих комах, зокрема попелиць (*Aphidoidea*), кліщів та інших фітофагів, які можуть спричинити значну шкоду рослинам (рис. 3). Завдяки своїй активності ці корисні комахи запобігають надмірному розмноженню шкідників, що дозволяє зберегти рослини у здоровому стані та сприяє підтриманню біорізноманіття [2]. Процес природного регулювання чисельності шкідників є невід'ємною частиною екосистеми парку, оскільки забезпечує баланс між різними видами, що співіснують у цьому середовищі. Хижаки й паразити відшукують та знищують шкідників на різних стадіях їх розвитку, тим самим обмежуючи їхню чисельність і мінімізуючи пошкодження, які вони можуть завдати рослинам. Цей процес є особливо важливим у міських парках, де збереження рослинних насаджень має вирішальне значення для підтримання екологічної стійкості та естетичної цінності території.

Природний біологічний контроль, що здійснюється комахами, зменшує потребу в застосуванні хімічних пестицидів, які можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище, включаючи ґрунт, воду та нецільові види. Таким чином, хижі та паразитичні комахи не лише допомагають захищати рослини від шкідників, але й сприяють створенню більш екологічно безпечного середовища у міських парках. Ця природна регуляція чисельності шкідників є критично важливою для підтримання довгострокової стійкості міських екосистем, роблячи їх менш залежними від штучних втручань і більш саморегульованими.



Рис 3. Жук сонечко (*Coccinellidae Latreille*)

Висадка місцевих видів рослин у міських парках є ключовим елементом для забезпечення стійкості і здоров'я міських екосистем. Місцеві рослини мають ряд природних переваг, оскільки вони краще пристосовані до специфічних кліматичних і ґрунтових умов, характерних для конкретного регіону. Ця адаптація дозволяє їм витримувати коливання температури, рівень зволоження і інші екологічні фактори, що є критично важливими для їхнього виживання і продуктивності. Як результат, місцеві рослини ростуть і розвиваються в оптимальних умовах, забезпечуючи стабільність зелених насаджень. Однак важливість місцевих рослин виходить за межі їхньої здатності виживати в місцевих умовах. Вони відіграють вирішальну роль у формуванні екологічних відносин з місцевими комахами. Місцеві рослини надають необхідні ресурси таким комахам, як запилювачі та інші корисні види, шляхом забезпечення їх нектаром, пилом та іншими живильними елементами. Це сприяє розвитку здорових популяцій комах, що, у свою чергу, забезпечує ефективне запилення і підтримує біорізноманіття [3-4].

Місцеві рослини також сприяють збереженню екологічної рівноваги, допомагаючи утримувати баланс між різними видами в парках. Вони служать природними середовищами існування і джерелами їжі для різних видів комах, що знижує потребу в хімічних засобах. Завдяки цьому, висадка місцевих рослин сприяє створенню стійких і функціональних екосистем у міських парках, підтримуючи їхню екологічну цінність і естетичний вигляд.

Важливо забезпечити сезонність і постійне джерело їжі та укриття для комах протягом усього року, щоб підтримувати їхні популяції та сприяти здоров'ю екосистеми міських парків. Постійне джерело їжі є критичним для комах, оскільки різні види потребують різних ресурсів у різні пори року. Це включає не тільки квіткові рослини для запилювачів, але й інші види рослин, які забезпечують їжу для личинок і дорослих комах. Залишення частини парку в стані «дикого» ландшафту може бути ефективним методом для забезпечення таких умов. Цей підхід дозволяє рослинам і ґрунтовим покривам зберігати природний вигляд і функції, що включає зменшення частоти косіння і обробки. Таке середовище створює умови для розвитку різноманітних рослин і ґрунтових організмів, що забезпечують їжу і укриття для комах [7].

Крім того, ділянки з природним покриттям можуть слугувати важливими зимовими укриттями для комах, які проводять зимівлю в рослинних рештках або під ґрунтом. Це забезпечує їм захист від несприятливих погодних умов і

допомагає зберігати їх чисельність до весни. Залишення частин парку в такому стані також підтримує біорізноманіття, що є основою для стабільності екосистеми. Вони створюють мозаїку різних середовищ, що дозволяє комахам знайти необхідні ресурси і умови для розвитку в будь-який сезон року. Таким чином, забезпечення постійного джерела їжі і укриття, а також збереження частини парку в природному стані, сприяє підтриманню здорових і стійких популяцій комах у міських парках.

Регулярний моніторинг екосистеми міського парку є важливим для підтримки її здоров'я та функціональності. Він дозволяє своєчасно виявляти зміни, які можуть негативно впливати на екологічний баланс. Огляди і аналіз даних про чисельність комах, їх різноманіття і поширення шкідників допомагають виявити тенденції, такі як зниження чисельності корисних видів або розширення ареалу шкідливих комах. Це, в свою чергу, дає можливість вчасно вжити коригувальні заходи для підтримки здоров'я парку. Активний моніторинг передбачає систематичний збір і аналіз даних про стан рослинності, популяції комах і загальний екологічний баланс [6]. Спостереження можуть включати виявлення ознак стресу у рослин, змін у поведінці комах, а також оцінку впливу природних факторів, таких як зміни клімату або забруднення. На основі отриманих даних фахівці можуть коригувати управлінські рішення, впроваджувати нові заходи контролю або модифікувати вже існуючі стратегії.

Ефективний моніторинг забезпечує не тільки раннє виявлення проблем, але й допомагає запобігти їх загостренню, що є критично важливим для довгострокового підтримання екологічної стійкості міських парків. Своєчасні дії на основі результатів моніторингу дозволяють зберігати біорізноманіття і забезпечувати функціональність екосистеми, сприяючи створенню сприятливого середовища для всіх її мешканців [5].

Висновки. Отже, комахи є важливими учасниками ланцюгів живлення, що сприяють запиленню рослин, розкладанню органічних речовин та контролю чисельності шкідників. Дослідження розглянуто методи збереження та підвищення біорізноманіття комах у міських парках, включаючи створення сприятливих умов для їхнього існування, висадку місцевих видів рослин та обмеження використання пестицидів. Підтримка комах у міських парках не лише сприяє стабільності екосистем, але й покращує якість життя мешканців міста через збереження природної краси та функціональності зелених зон.

Список використаної літератури

1. Рудська Н.О., Пінчук Н.В., Ватаманюк О.В. Лісова ентомологія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця : ТОВ «Твори», 2020. 289 с.
2. Байдик Г. В., Євтушенко М.Д, Забродіна І.В. та ін. Лісова ентомологія. Назви основних шкідників лісових насаджень: навч. посібн. для студентів напряму «Лісове і садово-паркове господарство». Харків : ФОП Бровін О.В., 2016. 142 с

3. Рудська Н. О. Формування видового складу запилювачів та їх вплив на насінневу продуктивність рослин люцерни у Правобережному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 206–215.

4. Євтушенко М.Д., Байдик Г.В., Забродіна І.В. та ін. Сільськогосподарська ентомологія. Назви основних шкідників сільськогосподарських культур і лісових насаджень: навч. посібн. для студентів напряму «Захист і карантин рослин» за ред. М.Д. Євтушенка. Вид. 3-тє, перероб. і доп. Харків : ФОП Бровін О.В., 2016. 196 с.

5. Пузріна Н. В., Мешкова В. Л., Миронюк В. В., Бондар А. О., Токарева О. В., Бойко Г. О. Моніторинг шкідливих організмів лісових екосистем: навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2021. 274 с.

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

7. Черній А.М. Регулятори життєдіяльності комах. Київ : Колобіг, 2008. 296 с.

Катерина ШЕВЧУК⁴⁷,
студентка 3-го курсу,
факультетекології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ШКОДОЧИННІСТЬ КАШТАНОВОЇ МІНУЮЧОЇ МОЛІ (*CAMERARIA OHRIDELLA* DESCHKA.)

Анотація. *Каштанова мінуюча міль* (*Cameraria ohridella Deschka*) є одним із найнебезпечніших шкідників для каштанових дерев, особливо для звичайного каштана (*Aesculus hippocastanum* L.). Вона поширюється з великою швидкістю, знищуючи листя каштанів і серйозно впливаючи на їхній стан. Це призводить до передчасного опадання листя, зниження фотосинтетичної активності та загального послаблення дерев, що зменшує їхню декоративну цінність та життєздатність. Актуальність цієї проблеми полягає в тому, що каштанова мінуюча міль може значно пошкоджувати каштанові дерева у містах, парках та інших зелених зонах, створюючи екологічні та економічні проблеми. Крім того, боротьба з цим шкідником ускладнюється через його швидке поширення і стійкість до багатьох звичайних методів контролю.

Ключові слова: каштанова мінуюча міль, листкові шкідники, біологічний контроль, фітосанітарний контроль.

⁴⁷Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

Abstract. Chestnut moth (*Cameraria ohridella* Deschka.) is one of the most dangerous pests for chestnut trees, especially for common chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). It spreads with great speed, destroying the leaves of chestnuts and seriously affecting their condition. This leads to premature leaf fall, reduced photosynthetic activity and general weakening of the trees, which reduces their decorative value and viability. The relevance of this problem lies in the fact that the chestnut moth can significantly damage chestnut trees in cities, parks and other green areas, creating ecological and economic problems. In addition, the fight against this pest is complicated by its rapid spread and resistance to many conventional control methods.

Key words: chestnutpassingmoth, leafpests, biologicalcontrol, phytosanitarycontrol.

Вступ. Каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella* Deschka.) є одним із найагресивніших і найбільш поширених шкідників каштанових дерев, що створює серйозні проблеми для урбаністичних зелених насаджень у багатьох країнах Європи, включаючи Україну. Вона вражає листя звичайного каштана (*Aesculus hippocastanum* L.), спричиняючи їхнє передчасне висихання та опадання, що значно знижує декоративну привабливість і життєздатність дерев.

Проблема є особливо актуальною в контексті збереження зелених зон у містах, де каштани відіграють важливу роль у створенні комфортного середовища для мешканців. Успішне вирішення проблеми боротьби з каштановою мінуючою мілью вимагає комплексного підходу, який включає як профілактичні заходи, так і ефективні методи контролю та знищення шкідника.

Виклад основного матеріалу. Каштанова мінуюча міль, або охридський мінер (*Cameraria ohridella* Desch.), належить до ряду лускокрилих (Lepidoptera), зокрема до підряду Microlepidoptera. Цей шкідник є представником родини молей-строкатокграціляріїд (Gracillariidae). Згідно з сучасною класифікацією ряду Lepidoptera, рід *Cameraria* Chapman, описаний на початку минулого століття, належить до підродино Lithocolletinae, яка входить до складу родини граціляріїд (молей-строкаток) Gracillariidae. Ці молі поширені в усіх регіонах світу, за винятком Арктики та Антарктиди. Цей ряд лускокрилих, або метеликів, є одним із трьох найчисленніших рядів класу комах (Insecta). Станом на 2019 рік, до нього належить від 180 000 до 300 000 видів, що складає приблизно 126 родин. На території України, за різними оцінками, до 2009 року було зареєстровано від 1300 до 2000 видів, що належать принаймні до 84 родин[1]. Отже, представники цього ряду є широко розповсюдженими, зокрема на території нашої країни.

Розміри тіла метеликів варіюють у досить широких межах: від дуже дрібних молей з розмахом крил 2–9 мм до найбільших совок і денних метеликів, у яких розмах крил може досягати 25–30 см. Головний сегмент метеликів має округлу форму, є малорухливим і має компактну будову. Очі та вусики є найбільш розвиненими органами чуття у метеликів. Великі опуклі фасеткові очі займають значну частину поверхні головного сегмента, зазвичай

мають овальну або круглу форму і оточені численними пухнастими волосками. Вусики або антени метеликів вкриті численними нюховими сенсіллами. Їхні розміри та форма можуть значно відрізнятись в різних систематичних групах: вони можуть бути щетинковидними, ниткоподібними, булавоподібними, веретеноподібними або пірчастими. У самців метеликів вусики зазвичай розвинені значно краще, ніж у самок, а іноді навіть мають зовсім іншу будову, оскільки нюх є одним із найважливіших органів для пошуку статевого партнера.

Тіло лускокрилих покрите численними лусочками, які є видозміненими і сплюсненими виростами кутикули, схожими на волоски. Ці лусочки мають різноманітні форми та здатність відбивати світло, що визначає яскраве забарвлення метеликів. Вони містять пігменти, що надають крилам певного кольору. Завдяки оптичним властивостям цих лусочок, метелики відомі своїм яскравим забарвленням. Лускокрилі проходять повний цикл розвитку, що складається з чотирьох стадій. Личинки метеликів, відомі як гусениці, мають три пари грудних кінцівок і зазвичай п'ять пар черевних псевдоніжок, які дозволяють їм фіксуватися на поверхні. Гусениці мають ротовий апарат гризучого типу, що пристосований для споживання твердої їжі, відрізняючись від ротового апарату дорослого метелика.

Гусениці більшості видів ведуть відкритий спосіб життя, хоча деякі можуть жити в ґрунті, водоймах або рослинних субстратах. Деякі види заселяють рослинні тканини, такі як листя, коріння або деревина, де вони проробляють ходи, споживаючи їх. Лялечки метеликів зазвичай мають закриту форму, де кінцівки та голова не відокремлені від тіла. Під час заляльковування гусениці часто плетуть кокон за допомогою спеціального ферменту, що виділяється зі слинних залоз[2]. Метелики каштанової мінуючої молі є досить дрібними, з розмахом крил 5-6 мм. Їхні вусики ниткоподібні, довгі та тонкі, складаються з коротких члеників. Ротовий апарат представлений класичним тонким хоботком, губні щупики також тонкі, вигнуті вгору, а щелепні щупики слабо розвинені. Крила метеликів мають довгу, сірувато-білу бахрому. Передні крила блискучі, видовжені, строкаті, з характерним сріблясто-охристим забарвленням, нерівними та вигнутими краями і трьома розмитими білими поперечними смугами. Задні крила охристо-сірі, мають сріблястий відлив і позбавлені малюнка (рис. 1).



Рис 1. Зовнішній вигляд *Cameraria ohridella* Deschka

Яйця каштанової мінуючої молі дуже дрібні, близько 0,3 мм, напівпрозорі та зеленуваті, з тонкою білуватою плівкою зверху. Самиця відкладає їх на зовнішньому боці листової пластинки каштана, зазвичай поблизу жилок. Ембріональний розвиток триває 7-16 діб залежно від температури. Гусениця каштанової молі має сірувато-зелений колір, темніє з віком, добре сегментована, з чотирма парами слабкорозвинених псевдоніжок (рис. 2). Вона проходить шість віків, кожен з яких закінчується линянням.



Рис 2. Гусениця *Cameraria ohridella* Deschka

Після вилуплення гусінь прогризає листову пластинку і формує міну, яка з віком розширюється від 0,3-1,2 мм до 30 мм у довжину. Гусениці харчуються соком листя та його паренхімою, збільшуючись у розмірах до 6 мм.

За спостереженнями вчених, у кліматичних умовах України каштанова мінуюча міль може давати три-чотири повноцінних покоління на рік. У помірному кліматі Південної та Центральної Європи, зокрема в Македонії, її розвиток відбувається в трьох-п'яти поколіннях, а в гірських умовах на висоті 800-1100 м над рівнем моря – до двох поколінь[3]. Більшість популяції каштанової молі зимує на стадії лялечки в опалому листі. Часто лялечки проривають листок перед виходом імаго, але падають на землю. Заляльковування може відбуватися наприкінці вересня, і в мінах ще не опалого листя можуть залишатися гусениці, які встигають залялькуватися до холодів у жовтні. Лялечки добре переносять зиму під снігом, навіть при зниженні температури до -19 – -23 °С. Низькі температури сприяють успішному завершенню діапаузи та своєчасному виходу імаго навесні.

Частина популяції молі зимує на стадії дорослого метелика (імаго). Такі метелики вилітають з лялечок у вересні й ховаються в тріщини кори дерев, переважно у старих дерев і в нижній частині стовбура. Ця адаптація важлива в умовах нестійкого зимового клімату, оскільки при теплій зимі виживаність лялечок значно знижується. Активність імаго другої генерації значно зростає: вони переміщуються по всій кроні дерева, сидять на стовбурах і літають у повітрі, що сприяє їх широкому розповсюдженню. Це може бути пов'язано з масовістю другої генерації та підвищеною температурою повітря. Після парування самки другої генерації відкладають яйця менш упорядковано, ніж самки першої генерації, але переважно біля жилок. Яйця покриваються липким

безбарвним секретом, що засихає у вигляді тонкої плівки, завдяки чому вони стають більш помітними на листі.

Також існують специфічні особливості екології відкладання яєць у самок різних генерацій: для першої генерації характерне ураження листків нижньої частини крони, тоді як друга генерація відкладає яйця по всій кроні дерева. Ембріональний розвиток яєць другої генерації відбувається швидше, ніж у першої, – 6-10 діб. Гусінь, що вилуплюється, має ті ж біологічні особливості, що й у першої генерації, зокрема формування міни. Спочатку міни невеликі, овальні і приблизно одного розміру, іноді трохи більші. Потім міна розростається і набуває неправильної форми. Іноді міни декількох гусениць зливаються одна з одною, утворюючи великі плями. У таких випадках міни все ще добре видно на світлі, і за наявності певної кількості темних бурих плям можна оцінити кількість личинок, що брали участь у формуванні загальної міни [4]. При значному зараженні (зазвичай другим чи третім поколінням мінерів) міни каштанової молі можуть покривати практично всю листову пластину гіркокаштану.

Оскільки листки гіркокаштану складні, кількість мін на кожному фрагменті може досягати кількох десятків, а на всій пластині – сотень. Щільне зараження може призвести до втрати до 80% фотосинтезуючого апарату дерева (див. рис. 3). Гусениці третього покоління розвиваються до серпня або початку вересня, що може співпадати з листопадом. У сильно пошкоджених дерев листопад починається раніше – у липні-червні, тому частина гусениць не встигає завершити розвиток і заляльковується вже в опалому листі. У теплих регіонах відзначено розвиток четвертого покоління, яке часто розвивається на нових молодих листках восени. Проте, шанси на повний життєвий цикл у таких особин невеликі і залежать від температури.



Рис 3. Діаграма пошкодження одного листка гусенями *Cameraria ohridella* Deschka протягом травня-липня (вегетаційного сезону)

У теплих регіонах у каштанового мінера може розвиватися четверте покоління. Це покоління зазвичай розвивається на нових молодих листках, які каштани випускають восени. Проте, частка особин, що повністю проходять життєвий цикл, невелика і значною мірою залежить від зовнішніх температур. Каштановий мінер завдає серйозної шкоди декоративному вигляду гіркокаштанів, що призводить до їх ослаблення (див. рис. 4-5). Пошкодження листя та передчасне їх опадання зменшують площу фотосинтезуючої поверхні.

Це веде до того, що дерева не накопичують достатню кількість поживних речовин, погано переносять зиму (можуть всихати окремі гілки) і цвітуть навесні із затримкою на 5-7 днів.



Рис 4-5. Зовнішній вигляд пошкодження рослин *Cameraria ohridella* Deschka

На ослаблених деревах інтенсивно розвиваються грибкові захворювання, такі як бура плямистість (*Phyllosticta sphaeropsoidea*) та несправжня борошниста роса (*Uncinula flexuosa*). Пошкоджені дерева також втрачають стійкість до міських факторів, таких як забруднення повітря і ґрунту від промислових викидів та автомобільного транспорту [5, 6]. Забруднювачі, разом із грибковою інфекцією, спричиняють некротичні плями і крайовий некроз листя, що прискорює їх відмирання та опадання. Це негативно впливає на декоративні та санітарно-гігієнічні функції дерев, спричиняючи значні матеріальні втрати та погіршуючи екологічну ситуацію в міських зелених зонах. Мінуюча моль має характерний життєвий цикл з особливостями локалізації гусені. Шкідник добре адаптований до міських умов, зимує на стадії лялечки (рідше як імаго) і легко переносить як середньоєвропейські, так і більш суворі високогірні умови, а також умови тепліших і холодніших температур.

Для захисту від каштанової мінуючої молі можна застосовувати кілька ефективних заходів. По-перше, агротехнічні методи, такі як систематичне прибирання та утилізація опалого листя, допомагають знизити шкодочинність шкідника і підвищити життєздатність дерев [7]. По-друге, відбір і розмноження фенотипів, стійких до пошкоджень, наприклад, гіркокаштана м'ясо-червоного (*Aesculus carnea*) та гіркокаштана дрібноквіткового (*Aesculus parviflora*), забезпечує додатковий захист від мінуючої молі.

Висновки. Шкодочинність каштанової мінуючої молі серйозно впливає на гіркокаштани, завдаючи значної шкоди листю і зменшуючи площу фотосинтезуючої поверхні. Це ослаблює дерева, знижує їх зимостійкість і затримує цвітіння. Пошкодження листя також сприяє розвитку грибкових хвороб і зменшує стійкість до забруднень. Внаслідок цього, дерева втрачають декоративну цінність і функціональність, що призводить до значних матеріальних і екологічних втрат. Каштанова міль добре адаптується до різних кліматичних умов, ускладнюючи боротьбу з нею.

Список використаної літератури

1. Гаманова О. М. Захист гіркокаштана звичайного відкаштанової мінуючої молі. *Карантин і захист рослин*. 2013. №59. С. 45-53.
2. Голобородько К. К., Рябка К. О., Зайцева І. А., Кондратьєва К.В. Поширення та сучасний стан каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka.) у м. Дніпропетровськ. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2009. Вип.14. № 2. С. 163-168.
3. Калаус О., Орлова-Гудім К. До питання фенології *Cameraria ohridella* в умовах міста Херсон. *Збірник наукових праць*. 2021. С. 79-80
4. Нікітенко Г. М., Свірідов С. В. Комплекс шкідливих членистоногих на кінськомукаштані в умовах м. Києва. *Захист і карантин рослин*. К., 2007. Вип. 53. С. 468–484.
5. Роговський С. В., Драган Г. І. Заходи боротьби з мінуючою міллю як шкідника гіркокаштана звичайного в умовах Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19(1). С. 288-292.
6. Савчин Н. В., Галушко А. О. Аналіз стану заселення декоративних деревних насаджень каштановою мінуючою міллю (*Cameraria ohridella* Deschka.) в умовах урболандшафту. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2017. Вип. 43. С. 67-71.
7. Трибель С.О., Гаманова О.Н. Методи моніторингу каштанової мінуючої молі. *Захист і карантин рослин* . 2009. Т. 54. С. 404-417.

Надія СМАЛЬ⁴⁸,
студентка 3-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ПОПУЛЯЦІЮ ШКІДЛИВИХ ФІТОФАГІВ

Анотація. Зміна клімату суттєво впливає на популяцію шкідливих фітофагів, що має серйозні наслідки для сільського господарства та екосистем. Підвищення температури, зміни в режимах опадів і частіші екстремальні погодні явища призводять до розширення ареалу проживання фітофагів, зростання їхньої чисельності та появи нових видів. Ці фактори сприяють збільшенню рівня пошкоджень сільськогосподарських культур, підвищенню витрат на боротьбу зі шкідниками та зниженню врожайності. Крім того, зміни у фенології рослин та шкідників порушують природний баланс у екосистемах, що може призвести до втрати біорізноманіття та посилення екологічних ризиків.

⁴⁸Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Ключові слова: зміна клімату, фітофаги, шкідники, сільське господарство, екосистеми, температурні зміни, врожайність, біорізноманіття.

Abstract. *Climate change significantly affects the population of harmful phytophages, which has serious consequences for agriculture and ecosystems. An increase in temperature, changes in precipitation regimes and more frequent extreme weather events lead to the expansion of the habitat of phytophagous animals, an increase in their number and the appearance of new species. These factors contribute to an increase in crop damage, increased pest control costs, and reduced yields. In addition, changes in plant and pest phenology disrupt the natural balance in ecosystems, which can lead to loss of biodiversity and increased environmental risks.*

Key words: *climate change, phytophages, pests, agriculture, ecosystems, temperature changes, productivity, biodiversity*

Вступ. Потепління кліматичної системи є незаперечним, і з 1950-х років відбуваються безпрецедентні зміни, які помітні на часових масштабах від десятиліть до тисячоліть. Відбувається підвищення температури атмосфери та океану, скорочення запасів снігу та льоду, підвищення рівня моря та зростання концентрації парникових газів. Останні три десятиліття відзначилися найвищими температурами на поверхні Землі з 1850 року. Зокрема, у Північній півкулі період 1983–2012 рр. був, ймовірно, найтеплішим за останні 1400 років.

Виклад основного матеріалу. Зміна клімату викликана як природними, так і антропогенними чинниками, які впливають на енергетичний баланс глобальні середні дані про температуру поверхні суші та океану, розраховані на основі лінійного тренду, показують підвищення на 0,85 (0,65–1,06) °C за період 1880–2012 рр. планети. Загальний радіаційний вплив є позитивним, що призводить до накопичення енергії в кліматичній системі. Найбільший внесок у цей радіаційний вплив забезпечується зростанням концентрації CO₂ в атмосфері з 1750 року. Вважається, що потепління клімату сприятиме оптимізації екологічних умов для комах, що призведе до збільшення їх чисельності та розширення ареалу. За умов підвищених температур і дефіциту вологи комахи будуть змушені компенсувати втрати, збільшуючи свою ненажерливість, щоб отримувати необхідну вологу з харчового субстрату. Внаслідок цього, шкідливість фітофагів за умов потепління має зростати [1].

У багатьох регіонах підвищення температури супроводжується зменшенням кількості опадів або зміною їх сезонного розподілу. Це може призвести до більшого стресу для рослин, що робить їх більш уразливими до пошкоджень від шкідників. З іншого боку, підвищена вологість у певних періодах може створювати сприятливі умови для розвитку певних видів фітофагів. У контексті Лісостепу України ці зміни можуть мати особливо серйозні наслідки для сільського господарства, зокрема для вирощування озимих культур. Зростання популяцій шкідливих комах у поєднанні з

погіршенням стану рослин через кліматичні стреси може призвести до значних втрат врожаю.

Середньорічна температура повітря та річна кількість опадів є ключовими показниками для аналізу кліматичних змін. Сучасний клімат України демонструє нерівномірне підвищення температури, яке найбільш помітне в зимові та літні місяці.

З 1989 року спостерігається загальне зростання середньорічної температури приблизно на 1°C. Середньорічна кількість опадів в Україні за період 1961–1990 років становила 576 мм, і в останні роки цей показник залишався майже незмінним, досягнувши 595 мм у період 1991–2013 років [2]. Проте суттєві зміни відбулися в сезонному розподілі опадів. Взимку (грудень, січень, лютий) обсяги опадів знизилися приблизно на 20%, тоді як влітку їх кількість зросла в середньому на 5-15%. Однак це збільшення літніх опадів фактично компенсується значним підвищенням температури повітря в цей період.

До 2006 року, незважаючи на стабільність у впровадженні заходів захисту рослин, чисельність та поширення злакових мух на посівах мали тенденцію до зростання, навіть за умов коливань. Проте після екстремальних умов перезимівлі 2003–2004 років спостерігалось поступове зменшення чисельності цих шкідників. Це зниження може бути пов'язане з ранніми строками посіву озимих культур у відповідь на зміни клімату. У період з 2005 по 2011 рік спостерігалось різке збільшення чисельності клопів, яка зросла з 1,5 до 3 особин на квадратний метр. Проте в наступні роки їх чисельність помітно знизилася до 1 особини на квадратний метр. Це зниження чисельності може бути пов'язане з прискореним розвитком зернових колосових у періоді 2011–2014 років. У зв'язку з більш ранніми строками збирання врожаю, значна частина популяції клопів не встигала завершити своє життєве коло, окрилитися і набратися необхідної фізіологічної форми, що знижувало їх виживаність під час зимівлі.

Протягом періоду з 1999 по 2012 рік чисельність хлібних турунів (*Zabrus tenebrioides* G.) та хлібних жуків (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) залишалася відносно стабільною, коливаючись від 0,5 до 1,6 особини на квадратний метр [4]. У останні роки спекотна та посушлива погода з недостатньою кількістю опадів у червні-вересні сповільнила вихід хлібних турунів з діапаузи, зменшила плодючість самиць та спричинила загибель яєць і личинок молодшого віку. Таким чином, на тлі загальної стабільності ентомокомплексу шкідливих комах були відзначені спалахи чисельності клопа-черепашки і злакових мух, що ймовірно пов'язано з кліматичними змінами [7].

Зміни клімату також вплинули на показники екологічної стабільності видів. Порівняльна екологічна характеристика домінантних шкідників озимої пшениці представлена в таблиці 1.

Як показують наведені дані, протягом останнього десятиліття знову змінилася частота виявлення на посівах озимої пшениці таких шкідників, як опоміза, гессенська муха, пшенична муха та клоп-черепашка.

Підвищення температури середовища навіть протягом однієї декади вегетаційного періоду може суттєво скоротити час розвитку шкідників, таких як хлібні туруни та шкідлива черепашка, що дає можливість фітофагам краще підготуватися до зимівлі. Найкраще виживають особини черепашки з масою 125–140 мг, личинки другого віку у турунів, а у капустянки – четвертого віку.

Таблиця 1

Зміни екологічної константні видів комах-фітофагів посівів пшениці озимої у Лісостепу України

Шкідники	Клас константності за Дюрьє*		
	1981-1990 рр.	1996-2004 рр.	2005-2014 рр.
Опоміза(<i>Oromyzaflorum</i> F.)	X	X	VIII
Шведські мухи(<i>Oscinellapusilla</i> Mg.)	X	X	X
Гессенська муха(<i>Mayetioladestructor</i> Say.)	X	X	IX
Пшенична муха(<i>Phorbiasecures</i>)	I	X	VIII
Озима совка(<i>Agrotissegetum</i>)	X	X	X
Хлібнажужелиця (<i>Zabruaspinipes</i> Fabr.)	X	X	X
Клопи черепашки(<i>Eurygasterintegriceps</i> Put.)	X	X	IX
Пшеничний трипс(<i>Haplothrips tritici</i>)	VIII	X	X
Злакові попелиці(<i>Schisaphisgraminum</i> Roind.)	X	X	X
Хлібні жуки(<i>Anisopliaaustriaca</i> Hrbst.)	VIII	X	X

*Примітка: За даними дослідженнями науковців [4, 7].

У попелиць різних видів, таких як злакові, бурякові, зелені яблуневі, капустяні та інші, спостерігається високий прямий зв'язок між температурою повітря і плодючістю самиць. Шкідники, які розмножуються більше ніж в двох генераціях за сезон (полівольтинні види, такі як попелиці, колорадський жук, плодожерки, совки), можуть збільшувати свою шкодочинність завдяки підвищенню кількості генерацій. Це відбувається через скорочення циклу розвитку шкідників і подовження тривалості вегетаційного періоду кормових культур, що забезпечує більше ресурсів для їхнього розвитку і розмноження.

У деяких видів фітофагів розвинулися біологічні особливості для самозбереження в умовах високих температур. Наприклад, хлібні туруни(*Zabrus tenebrioides* G.) входять у діапаузу, а колорадський жук(*Leptinotarsa decemlineata*)переходить у літній спокій (літній сон). Температура також впливає на розмноження комах у ґрунті. Під час посухи дротяники, несправжні дротяники, гусениці озимої та інші види підгризаючих совок переміщуються з поверхневого шару ґрунту на глибину 20–50 см (вертикальна міграція). Ця адаптація сприяє не лише виживанню шкідників, але

й їх захисту від поверхневого обробітку ґрунту і передпосівної обробки насіння інсектицидами.

У 2022 році середньорічна температура перевищила норму на 2,7°C. Ці зміни, у поєднанні з недотриманням сівозміни та повторним використанням однакових пестицидів щорічно, сприяли розширенню ареалів шкідників [3]. Навіть ті фітофаги, які раніше були малозначними або зовсім непомітними, тепер стали серйозною проблемою для аграріїв (див. рис. 1). За останні роки в країні активно поширювалися такі шкідники, як пшеничний трипс, злакові попелиці, а також місцями хлібні жуки (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), хлібні туруни (*Zabrus tenebrioides* G.), хлібні п'явиці (*Oulema melanopus* L.), блішки та злакові мухи (*Phorbia seures*).

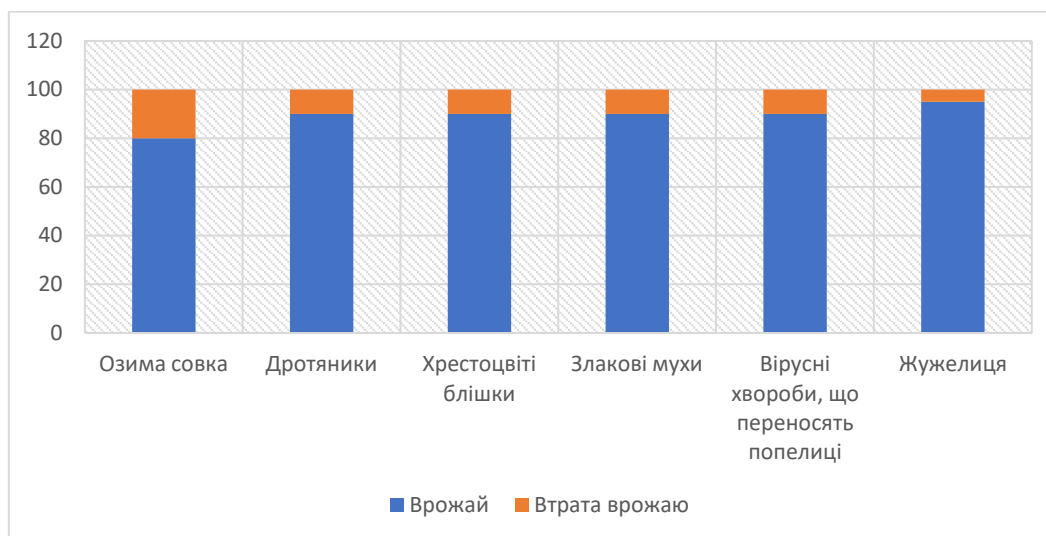


Рис1. Втрати врожаю озимих культур від шкідників у зоні Лісостепу (2022 р.)

Найбільш поширеними ґрунтовими шкідниками озимих зернових були дротяники і совки. Температурні умови майже не вплинули на ареал розповсюдження совок. Проте в останні роки їх шкодочинність зросла, оскільки підвищення середньодобових температур сприяє їх інтенсивнішому розмноженню. Раніше в Західній Україні озиму совку можна було частіше побачити в каталогах, ніж на полях, але тепер цей шкідник став досить поширеним [6]. Аграрії все частіше стикалися з проблемою захисту насіння від цього шкідника. Втрати врожаю озимих зернових від пошкоджень совкою можуть досягати до 20%. Проблема полягає в тому, що дротяники розповсюджені практично по всій території, за винятком, останнім часом, Степу. Підвищення температури на Півдні змусило дротяників мігрувати на більшу глибину в ґрунті, роблячи степову зону менш придатною для їхнього існування. Однак ця ситуація не стосується земель, що зрошуються, де умови для шкідника залишаються комфортними. Згідно з думкою науковця, з подальшими змінами клімату дротяники можуть продовжити свою міграцію на північ, де ще зберігаються умови, сприятливі для їхньої життєдіяльності.

Згідно з даними моніторингу Держпродспоживслужби, у останні роки спостерігається зростання поширення злакової мухи (*Phorbia seures*), а також

збільшення рівня її шкодочинності. Втрати врожаю від ураження рослин злаковими мухами можуть досягати 5–10%. Однією з причин розширення ареалу і зростання шкідливості цих комах є недотримання сівозміни. В Україні озимі зернові займають значну частку в структурі посівів, що створює сприятливі умови для розвитку злакових мух. Крім того, ці шкідники можуть також уражати посіви кукурудзи, частка якої в структурі посівних площ також є значною.

Таким чином, збільшення площ, зайнятих зерновими та кукурудзою, разом із порушенням сівозміни сприяє поширенню та підвищенню шкодочинності злакових мух, що потребує особливої уваги у системах захисту рослин [5]. Згідно з даними науковців, злакові мухи найбільше поширені в зоні Лісостепу, де умови є найбільш сприятливими для їхнього розвитку. Проте ці шкідники також можуть відновлювати свою чисельність в спекотних зонах, тоді як холодний клімат є непридатним для їх існування. Нещодавно було виявлено, що злакова муха зимує в фазі личинки, захищеної яйцевою оболонкою, а не в яйці, як вважалося раніше. Це відкриття означає, що з настанням оптимальних погодних умов шкідник може відразу розпочати свою діяльність. Тому можна стверджувати, що частково злакова муха контролюється протруйниками.

Також відзначимо збільшення шкодочинності хлібного туруна на Півночі, де раніше ці комахи були менш поширені і віддавали перевагу теплішим кліматичним умовам. Тепер хлібний турун став звичним для аграріїв Лісостепу та Полісся. Однак, на відміну від минулого, цей шкідник починає завдавати шкоди рослинам вже навесні.

У 2024 році спостерігається стійкий тренд до зменшення кількості опадів. Хоча зменшення не є надто значним – приблизно 5-7 мм щороку, змінився їх розподіл протягом року. Вже зафіксовано 40-60 днів без опадів, а протягом коротких періодів можуть випадати до 40-60 мм і більше. Інтенсивні опади характеризуються низькою продуктивністю, що спричиняє посушливі умови на більшій частині території або зону недостатнього зволоження. Лише незначна частина території залишається відносно вологою. В окремих регіонах України кількість днів з температурами вище 30°C і вище 35°C збільшилася вдвічі та більше. За даних температурних умов очікується відродження гусениць II покоління американського білого метелика (*Hlyphantria cunea* Drury.), які зазвичай завдають значної шкоди деревам, скелетуючи листя та обплітаючи їх павутиною. У вогнищах поширення шкідника проводять зрізання і спалювання павутинних гнізд, а за необхідності застосовують хімічні обробки. У V–VI віці гусениці розповзаються по деревах, тоді як до IV віку вони живуть спільно в гніздах, тому їх потрібно знищити до того, як вони почнуть розповзатися. У серпні можливий переліт шкідливих клопів нового покоління до місць зимівлі, таких як лісосмуги, а також осередкове дохарчовування фітофагів, які не набрали необхідної ваги, на злакових бур'янах та падалиці озимої пшениці. Хлібна жужелиця (*Zabrus spinipes* Fabr.) знаходиться в літній діапаузі у ґрунті лісосмуг на глибині 20–40 см. Наприкінці серпня, після випадання дощів, жуки вийдуть на поверхню ґрунту, де

спарюватимуться та відкладатимуть яйця на рослинних рештках після збирання зернових колосових культур і на сходах падалиці.

Цьогорічна липнева аномальна спека призвела до раннього вильоту та скороченого періоду льоту кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hb.), а також викликала висихання його яйцекладок. У серпні літ метеликів завершиться, і почне проявлятися шкідливість гусениць, кількість яких може зосереджуватися в осередках з найбільш сприятливими умовами для життєдіяльності фітофага. Основними заходами для регулювання чисельності шкідника є подрібнення та заорювання післязбиральних решток, а також випуск трихограми.

Такі зміни впливають не тільки на урожайність, але й на розвиток шкідливих організмів. За оцінками європейських експертів, найбільш критична ситуація в майбутньому очікується саме з поширенням і розвитком комах. На кількість поколінь комах протягом сезону основним чинником впливу залишається сума температур, яка підвищується у зв'язку зі змінами клімату.

Висновки. Зміна клімату значно впливає на популяцію шкідливих фітофагів, сприяючи їх швидшому розмноженню, збільшенню кількості поколінь за сезон та розширенню ареалів. Підвищення температури і зміна опадів створюють сприятливі умови для виживання та активності фітофагів, що збільшує шкоду, завдану сільському господарству. Зокрема, у 2024 році спостерігається підвищення температури, що ще більше посилює ці процеси. Крім того, кліматичні зміни можуть робити рослини більш вразливими до атак і впливати на ефективність природних ворогів шкідників. Це загострює проблему, вимагаючи нових підходів до захисту рослин.

Список використаної літератури

1. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Видавництво ТОВ «РІА»БЛПЦ». Біла Церква. 2014. 16 с.
2. Чайка В. М., Гавей І. В., Неверовська Т. М. Динаміка чисельності шкідників пшениці озимої у Лісостепу України в умовах змін клімату. Захист і карантин рослин, 2014. Вип. 60. С. 444-451 13.
3. Чайка В. М., Мельничук М. Д., Григорюк І. П. Глобальні зміни клімату – загроза біоресурсам України. Біоресурси планети: соціальні, біологічні, продовольчі та енергетичні проблеми. Київ, 2008. С. 28-38.
4. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pest in corn crops. *Сільське господарствоталісівництво*. 2022. №4 (27). С. 143–165.
5. Козак Г. П. Вплив екологічних чинників на стан популяцій комах-фітофагів озимої пшениці в Лісостепу України. Автореферат дис. на здобут. наук. ступен. канд. с.-г. наук. Київ, 2007. 20 с.
6. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, 15 листопада 2022 р., Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2022. 170 с.

7. Станкевич С.В. Управління чисельністю комах-фітофагів: навч. посібник. Х.: ФОП Бровін О.В., 2015. 178 с.

8. 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. №1 (28). С. 113–136.

Софія СУШКО⁴⁹

студентка 3-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСНОВНІ ВИДИ КОМАХ ФІТОФАГІВ У МІСКИХ СЕРЕДОВИЩАХ ТА ЗАХИСТІ БОРТЬБИ З НИМИ

Анотація. *Комахи-фітофаги є одними з головних шкідників міських зелених насаджень. Вони завдають значної шкоди деревам, кущам, квітам та іншим рослинам, що використовуються для озеленення міських територій. У статті розглядаються основні види комах-фітофагів, які зустрічаються в міських середовищах, такі як попелиці, кліщі, листовійки, мінери та інші. Описуються їхні біологічні особливості, цикли розвитку та вплив на рослини. Особливу увагу приділено методам боротьби з цими шкідниками, включаючи агротехнічні, біологічні та хімічні засоби захисту, а також заходам профілактики, що дозволяють зменшити чисельність шкідників та мінімізувати збитки від них.*

Ключові слова: *комахи-фітофаги, міські середовища, шкідники рослин, захист рослин, агротехнічні методи, біологічний контроль, хімічні засоби.*

Abstract. *Phytophagous insects are one of the main pests of urban greenery. They cause significant damage to trees, bushes, flowers and other plants used for landscaping urban areas. The article considers the main types of phytophagous insects that are found in urban environments, such as aphids, mites, leafhoppers, miners and others. Their biological features, development cycles and effects on plants are described. Special attention is paid to the methods of combating these pests, including agrotechnical, biological and chemical means of protection, as well as to preventive measures that allow reducing the number of pests and minimizing damage from them.*

Key words: *phytophagous insects, urban environments, plant pests, plant protection, agrotechnical methods, biological control, chemical agents.*

⁴⁹Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

Вступ. Міські зелені насадження відіграють важливу роль у створенні комфортного та здорового середовища для мешканців міст. Вони не лише покращують естетичний вигляд урбанізованих територій, але й виконують важливі екологічні функції, такі як очищення повітря, зменшення шумового забруднення та забезпечення природної біорізноманітності. Однак, рослини, що використовуються для озеленення міських територій, піддаються численним загрозам, серед яких особливе місце займають комахи-фітофаги.

Міські середовища створюють специфічні умови для розвитку комах-фітофагів, що впливають на стан і життєдіяльність зелених насаджень. Найпоширенішими видами шкідників у містах є попелиці (Aphididae), кліщі (Tetranychidae), листовійки (Tortricidae), щитівки (Coccoidea).

Виклад основного матеріалу. Попелиці, також відомі як тлі (Aphidoidea), належать до надродини дрібних рослиноїдних комах. Їхнє тіло зазвичай має розмір від 1 до 10 мм. Загалом відомо близько 4 тисяч видів попелиць, які розподілені по 10 родинам, причому приблизно 250 видів є серйозними шкідниками сільськогосподарських і садових культур. Попелиці є частиною великої групи комах, у яких ротовий апарат представлений хоботком колючо-сисного типу. Завдяки цьому хоботку попелиці здатні проколувати навіть тверді рослинні покриви, щоб дістатися до живильного соку, яким вони харчуються.

Більшість напівтвердокрилих комах живляться тваринною їжею, проколюючи покриви тварин або людей, але на відміну від них, попелиці є рослиноїдними. Їхній хоботок складається з чотирьох «стилетів», які заховані в «півхах». Центральний «стилет» утворює два канали: по одному з них попелиці виділяють слину, а через інший всмоктують рідку їжу, тобто рослинний сік. Попелиці своїм хоботком проколюють поверхневий шар рослин і висмоктують їхні соки. Деякі види споживають більше соку, ніж їм необхідно для живлення. Надлишок цукру, який вони не засвоюють, виділяється назовні і часто споживається мурахами. Багато попелиць викликають хворобливі зміни в тих частинах рослин, на яких вони перебувають. Попелиці мають здатність розмножуватися нестатево – шляхом партеногенезу, коли незапліднені яйця розвиваються всередині матері, і молодь народжується у вигляді мініатюрних копій дорослих особин. За умов перенаселення або інших несприятливих факторів попелиці можуть відкладати яйця, з яких з'являються крилаті самці та самки, здатні переселятися на нові місця [1].

Горохова попелиця (*Acyrtosiphon pisum*) висмоктує сік з рослин і вводить токсичні ферменти, що призводить до відставання рослин у рості, зменшення урожаю і погіршення якості насіння. Партеногенетичні самки, завдовжки 4-6 мм, мають зелений колір навесні і бурочервоні восени. Їх вусики довші за тіло, а сокові трубочки тонкі і зелені (рис 1).



Рис 1. Горохова попелиця (Acyrthosiphon pisum)

Хвостик мечоподібний, дорівнює половині довжини трубочок. Амфігонне покоління має безкрилих і крилатих самиць, останні розмножуються на однорічних бобових, де утворюють нові колонії. Крилаті самки плодючі, відкладають до 60 личинок. Личинки розвиваються влітку за 8-10 днів. Наприкінці літа з'являються статеві самиці, що відкладають зимуючі яйця на прикореневих частинах стебел багаторічних бобових. На чисельність попелиць впливають дощі, холодна погода і спека, а також їх знищують хижаки та паразити.

Павутинні кліщі (Tetranychidae) – це родина тромбідіформних кліщів, яка налічує близько 1600 видів. Ці невеликі, сисні павукоподібні мають помаранчевий, червоний або жовтуватий колір і зазвичай не перевищують одного міліметра в довжину. Вони часто оселяються на зворотному боці листків і дуже швидко розмножуються, завдаючи шкоди рослинам шляхом проколювання клітин для живлення. Павутинні кліщі живляться соками численних видів рослин, викликаючи їх пошкодження. Родину павутинних кліщів традиційно поділяють на дві підродини та кілька триб, які включають понад 70 родів. У випадку ураження рослин павутинними кліщами вони часто вкриваються павутиною, оскільки ці шкідники надають перевагу теплому і сухому повітрю. Якщо рослина не зазнала значних ушкоджень, можна застосувати мильний розчин для обробки листя з обох боків та стебел. При сильному ураженні рекомендується використовувати обприскування інсектицидами або колоїдною сіркою (рис. 2) [4].

Звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) є небезпечним шкідником овочевих культур у теплицях і парниках, особливо огірків, дині, кавунів, баклажанів, перцю та квасолі, рідше томатів. Доросла самиця має широкоовальне тіло завдовжки близько 0,4 мм, з сірувато- або жовтувато-зеленим кольором і темними плямами на боках. Самці менші і видовжені. Яйця кулясті, прозорі, з зеленуватим відтінком. Личинки мають півкулеподібну форму і три пари ніг. Німфи схожі на дорослих кліщів, але менші. За оптимальних умов (вологість 35-55 %, температура +29...+30 °C) самиця відкладає до 150 яєць, а розвиток однієї генерації триває від 7 до 25 днів.



Рис 2. Звичайний павутинний кліщ – *Tetranychus urticae* Koch.

Павутинний кліщ може дати до 20 поколінь за рік, живлячись соком рослин під павутиною на нижньому боці листків. Пошкоджені рослини жовтіють, засихають, а врожай може знизитися на 40-60 %. Діапазуючі самиці, що зберігаються під рослинними рештками і в щілинах, витримують низькі температури і не потребують живлення. Після впливу низьких температур і підвищення температури до +16...+20°C ці самиці стають активними і відкладають яйця. Шкідник поширюється з одягом, інвентарем та тарою.

Листовійки (Tortricidae) – це родина метеликів, що мають розмах крил від 8 до 40 мм, зазвичай у межах 10-25 мм. Їхні крила складені дахоподібно: передні часто мають малюнок у вигляді смужок, а задні зазвичай однотонні, сірого кольору. Хоботок у листовійок розвинений слабо, проте багато видів здатні всмоктувати воду та сік, що витікає з пошкоджених стовбурів дерев. Родина налічує понад 6000 видів, які доволі широко розповсюджені, особливо в тропічних та широколистяних лісах Азії, хоча деякі види трапляються навіть у пустелях [5].

Листовійка мінлива плодова (*Hedya nubiferana*) є значним шкідником, який атакує фруктові і ягідні культури (рис.3). Метелики мають розмах крил від 17 до 21 мм. Передні крила мають коричнево-бурі та синюваті відтінки з білими плямами, а задні крила сіро-коричневі. Яйця прозорі, молочно-білі з зеленуватим відтінком, овальні. Гусениці оливково-зелені, довжиною 18-20 мм, з дрібними шипами по всьому тілу. Лялечки темно-коричневі, довжиною 9-14 мм. Зимують гусениці в коконах у тріщинах кори або під сухим листям. У квітні гусениці виходять з місць зимівлі, вгризаються у бруньки, стягують молоде листя і бутони, утворюючи місця для живлення. Заляльковування відбувається у травні-червні, а літ метеликів починається в кінці весни і триває приблизно 15-20 днів. Самиці відкладають до 200 яєць на листя, що призводить до масового появи гусениць (рис. 3).



Рис 3. Листовійка мінлива плодова (*Hedya nubiferana*)

Гусениці листовійок живуть у листі, яке вони згортають за допомогою шовкових ниток, що й дало родині їхню назву. Крім того, гусениці можуть жити в плодах, стеблах, під корою або на корінні рослин. Заляльковуються вони безпосередньо в місці живлення, хоча деякі види роблять це в підстильці чи ґрунті, іноді в коконі. У більшості видів зимуючою стадією є гусениця. Чимало листовійок є серйозними шкідниками сільського та лісового господарства, як, наприклад, яблунева плодожерка.

Щитівки (Coccoidea) належать до родини комах з ряду напівтвердокрилих, які раніше класифікувалися як рівнокрилі. Ця родина включає понад 2400 видів, що розподілені по 400 різних родах. Основною особливістю щитівок є їхнє тіло, захищене твердим щитком, який утворюється з личинкових шкурок та речовини, що секретується самою комахою. Цей щиток легко відділяється, але забезпечує надійний захист комасі. Саміці щитівок, подібно до всіх червеців, продукують восковий захисний шар, під яким вони живляться соком рослини-господаря. Щитівки є паразитичними комахами рослин і належать до групи кокцидів, будучи спорідненими з червецями, попелицями та хермесами. Особливістю цих комах є те, що дорослі особини є єдиними наземними тваринами, які стають повністю нерухомими після досягнення зрілості, залишаючись прикріпленими до рослини-господаря на решту життя.

Агрономічні методи захисту від попелиць включають ротацію культур і вибір стійких сортів. Ротація культур є ключовим заходом для контролю попелиць, оскільки змінюючи місце посадки бобових культур щорічно, можна запобігти накопиченню шкідників на одному і тому ж полі. Це знижує ризик інтенсивного розмноження попелиць, адже вони зазвичай залишаються на тих же рослинах або на близьких культурах. Використання стійких сортів також є важливою стратегією. Сорти, що мають природну стійкість до попелиць або спеціально розроблені для витривалості до цих шкідників, зменшують потребу в хімічних обробках і можуть забезпечити більшу продуктивність та якість врожаю. Підбір і вирощування таких сортів допомагає зменшити вплив попелиць на врожай і забезпечити стабільність у виробництві бобових культур.

Механічні методи захисту від попелиць включають регулярне очищення рослин і їх оточення. Видалення пошкоджених частин рослин, таких як листя, що постраждало від попелиць, допомагає зменшити чисельність шкідників і запобігти їх подальшому розмноженню. Крім того, важливо очищати рослини

рештки, які можуть слугувати місцем зимівлі для яєць попелиць[3]. Це включає видалення старих листків, стебел і будь-яких залишків рослин, які можуть бути джерелом інфекції. Забезпечення чистоти в зоні вирощування також допомагає зменшити ризик повторного зараження. Регулярне обстеження рослин і своєчасне видалення небажаних частин є ефективними методами для контролю та зменшення популяції попелиць.

Біологічні методи захисту від попелиць включають використання природних ворогів і ентомофтороз. Впровадження або підтримка природних ворогів попелиць, таких як хижаки (кокцинеліди, хижі клопи, павуки) та паразити (*Aphidiuservi*, *Praondorsale*), є ефективним способом контролю їх чисельності. Ці організми здатні знижувати популяцію попелиць, споживаючи їх або відкладаючи яйця на них, що веде до загибелі шкідників. Ентомофтороз є ще однією біологічною стратегією, що передбачає використання грибів або мікроорганізмів, які викликають хвороби у попелиць. У періоди підвищеної вологості ці мікроорганізми можуть ефективно знищувати попелиць, інфікуючи їх і ведучи до їх загибелі. Обидва ці методи допомагають контролювати популяцію попелиць без використання хімічних пестицидів і сприяють екологічному балансу в агроecosystemі [6].

Хімічні методи захисту від попелиць включають використання інсектицидів, які дозволені для конкретних культур. При застосуванні інсектицидів важливо дотримуватися рекомендацій щодо дозування та частоти обробок, щоб забезпечити ефективність і безпеку для рослин. Одним з ключових аспектів є чергування різних інсектицидів. Це дозволяє уникнути розвитку резистентності у попелиць, оскільки постійне використання одного і того ж препарату може призвести до адаптації шкідників і зниження ефективності обробок. Чергування препаратів з різними механізмами дії допомагає підтримувати їх ефективність та контролювати популяцію попелиць більш стабільно.

Природні засоби для боротьби з попелиць включають використання розчинів мила або рослинних олій та інсектицидних рослин. Розчини мила або рослинних олій можна застосовувати для обробки рослин, оскільки вони допомагають знищити попелиць шляхом змазування їх тіла, що ускладнює дихання і живлення [2]. Такі обробки є менш агресивними для навколишнього середовища і можуть бути ефективними для контролю невеликих популяцій попелиць. Інсектицидні рослини, такі як календула або лаванда, можна висаджувати в саду для відлякування попелиць. Ці рослини виділяють природні сполуки, які відштовхують шкідників або сприяють їх загибелі, завдяки чому зменшується їх чисельність на основних культурах. Вони також можуть поліпшити загальний екологічний баланс і підтримати біологічний контроль шкідників.

Висновки. У міських середовищах основними фітофагами є попелиця, павутинний кліщ і листовійка. Попелиця висмоктує сік з рослин, павутинний кліщ викликає пожовтіння листя, а листовійка пошкоджує листя фруктових культур. Для боротьби з ними використовують агрономічні методи (ротація

культур і стійкі сорти), механічні методи (очищення рослин), біологічні методи (природні вороги та ентомофтороз), хімічні методи (інсектициди) і природні засоби (мило, олії та інсектицидні рослини).

Список використаної літератури

1. Рудська Н.О., Пінчук Н.В., Ватаманюк О.В. Лісова ентомологія. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця : ТОВ «Твори», 2020. 289 с.
2. Бровдій В. М. Біологічний захист рослин: К., 2014. 351 с.
3. Мринський І.М., Тимощук Т.М. Шкідники лісу, садово-паркових культур та полезахисних лісонасаджень. Том 1. Шкідники листяних порід. 2022. 672 с.
4. Мринський І.М., Тимощук Т.М. Шкідники лісу, садово-паркових культур та полезахисних лісонасаджень. Том 2. Шкідники хвойних порід. 2022. 308 с.
5. Rudska N., Yakovets L., Renskyi T. Rose diseases and their control in the conditions of Vinnytsia region. *Сільське господарство лісівництва*. 2024. №1 (32). С. 121–139.
6. Станкевич С.В., Леженіна І.П., Мешкова В.Л., Забродіна І.В., Байдик Г.В., Сіроус Л.Я., Герман Л.В. Лісова ентомологія: назви основних шкідників лісових насаджень. Вид. 2-ге, перероб. і доп. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 136 с.

Ангеліна ТВЕРДОХЛІБ⁵⁰,
студентка 3-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та
садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ САДОВО-ПАРКОВИХ НАСАДЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЇХ ЧИСЕЛЬНОСТІ

***Анотація.** У даній статті висвітлені різноманітні методи боротьби з шкідниками в садово-паркових насадженнях України, зокрема, з інвазивними видами, які завдають значної шкоди рослинності. Розглядаються особливості розвитку і поширення таких шкідників, як американський білий метелик (*Hyrphantria cunea*), самшитова вогнівка (*Cydalima perspectalis*) та каштанова мінуюча міль (*Campteria ohridella*). У статті детально описані ефективні методи боротьби з цими та іншими шкідниками, включно з агротехнічними,*

⁵⁰Науковий керівник: Рудська Н.О., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

хімічними та біологічними заходами. Наведені рекомендації щодо інтегрованого підходу до захисту рослин, що поєднує профілактичні та активні методи боротьби, підвищує ефективність зусиль збереження насаджень та зменшує ризик подальшого поширення шкідників.

Ключові слова: шкідники, інвазивні види, способи боротьби

Annotation. *The article highlights various methods of pest control in garden and park plantations in Ukraine, focusing particularly on invasive species that cause significant damage to vegetation. It examines the development and spread of pests such as the fall webworm (*Hyphantria cunea*), box tree moth (*Cydalima perspectalis*), and horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*). The article provides detailed descriptions of effective methods for controlling these and other pests, including agronomic, chemical, and biological measures. Recommendations for an integrated approach to plant protection, combining preventive and active control methods, are presented to enhance the effectiveness of efforts to preserve plantations and reduce the risk of further pest spread.*

Key words: *pests, invasive species, control methods*

Вступ. Садово-паркові насадження є важливим елементом міського ландшафту та надають численні екологічні, естетичні і рекреаційні переваги. Однак, їх збереження та здоров'я часто перебувають під загрозою через шкідників, які можуть завдати значної шкоди деревам, кущам і газонам. Шкідники здатні не лише погіршувати зовнішній вигляд насаджень, але й призводити до загибелі рослин, порушуючи таким чином екосистемний баланс і знижуючи якість життя в міських районах.

Проблема боротьби зі шкідниками в садово-паркових насадженнях є надзвичайно актуальною, адже вплив цих шкідників може бути швидким і масштабним. Від шкідливих комах до гризунів і хвороботворних мікроорганізмів – кожен вид шкідників потребує свого підходу до боротьби та профілактики. Ефективне управління шкідниками є важливою складовою забезпечення здоров'я та довговічності зелених насаджень, що потребує комплексного підходу і поєднання різних методів захисту.

Виклад основного матеріалу. Для ефективної боротьби зі шкідниками у садово-паркових насадженнях необхідно застосовувати комплексний підхід. Перш за все, важливо визначити, які саме види шкідників завдають шкоди рослинності парку, та обрати відповідні методи для їхнього контролю. Серед найбільш ефективних способів є використання біологічних засобів захисту рослин, які не тільки допомагають позбутися шкідливих комах, але й є безпечними для навколишнього середовища.

Крім того, значну увагу слід приділяти профілактичним заходам, які знижують ризик появи шкідників у насадженнях. Регулярний моніторинг стану рослин і швидке виявлення ознак пошкоджень дозволяють вчасно виявити та усунути проблему. Також важливо дбати про санітарний стан парку,

включаючи своєчасне видалення сухих гілок і листя, які можуть стати місцем розмноження шкідників.

У садово-паркових насадженнях можуть зустрічатися різноманітні види шкідників, які завдають шкоди рослинам та природному середовищу. Для ефективної боротьби зі шкідниками необхідно спочатку визначити їх види та вчасно вжити відповідних заходів для їхнього контролю.

Однією з найпоширеніших груп шкідників у таких насадженнях є комахи. Вони можуть завдавати значної шкоди рослинам, поїдаючи їх листя, стебла або коріння.

Для зменшення чисельності шкідників у садово-паркових насадженнях необхідно вживати відповідних заходів. Це може включати використання спеціальних препаратів для знищення комах або залучення природних ворогів цих шкідників, таких як жаби, птахи або корисні комахи. Також важливо регулярно оглядати рослини та своєчасно реагувати на появу шкідників [1].

В останні роки в Україні стали поширені такі інвазивні види шкідників як:

- Американський білий метелик (*Huphantria cunea*)
- Вогнівка самшитова (*Cydalima perspectalis*)
- Мінуюча міль каштанова (*Cameraria ohridella*)

Американський білий метелик (*Huphantria cunea* Drury.) – це багатоїдний карантинний шкідник, який еволюційно не прив'язаний до території України.

Згідно з даними дослідників, гусениці *Huphantria cunea* можуть живитися більше ніж 600 видами плодових, декоративних, лісових та інших культур. У Північній Америці цей фітофаг пошкоджує близько 200 видів рослин, у країнах Європи – 234 види, а в Азії – понад 300. В Україні *Huphantria cunea* вражає понад 250 видів плодових і декоративних рослин, що робить його дуже агресивним і небезпечним шкідником для багаторічних насаджень. Найбільше шкоди він завдає клену ясенелистому, шовковиці, яблуні, груші, сливі, айві, черешні та волоському горіху [2, 3] (рис 1).



Рис.1 Американський білий метелик та його яйцекладка, пошкодження личинками фітофага

Одна з основних ознак наявності *Huphantria cunea* у насадженнях – це павутинні гнізда на деревах. Гусениці першого і другого віку формують гнізда з кількох листків, щільно обплетених павутиною. В кінці п'ятого віку гнізда можуть досягати розміру 1,0–1,5 метра. Гусениці старших віків активно об'їдають листя. За даними досліджень, пошкодження дерев цим метеликом

призводить до дефоліації, порушення обмінних процесів у рослинах і ослаблення рослин. Це негативно впливає на урожайність, захисні, декоративні та естетичні функції насаджень, а також погіршує умови для фауни [4].

Для боротьби з цим шкідником використовують організаційні, агротехнічні та хімічні методи. Організаційні заходи включають зміну маршрутів транспорту та контроль за перевезенням вантажів. Агротехнічні методи полягають у зборі та знищенні гусениць і яєць, обрізанні та спалюванні гілок з гнізда, видаленні мертвої кори з стовбурів і обмазуванні їх вапном. На присадибних ділянках також застосовують ловильні пояси з картону чи гофрованого паперу, які знімають перед заляльковуванням гусениць і спалюють.

Винищувальні методи: 2–3-кратна обробка гусені 1–2-х поколінь інсектицидами з інтервалом 7–10 днів препаратами Карате, 5% к. е. (0,2–0,4 л/га); Дімілін, 25% с. п. (0,1–0,2 кг/га); Фосбецид, 50% к. е. (0,5–1,5 л/га) тощо. Витрати робочого розчину – 2–10 л на 1 дерево, залежно від розміру крони. Для біологічної боротьби з американським білим метеликом застосовують різні методи. Використовуються підвиди *Bacillus thuringiensis*, а також препарати на основі грибів *Beauveria bassiana* і *B. globulifera*. Ефективними є також яйцеві паразити, такі як трихограма (*Trichogramma dendrolimi*), і нематоди [5].

Самшитова вогнівка (*Cydalima perspectalis*), яка відноситься до родини вогнівок-трав'янок (*Crambidae*), на стадії гусені живиться листям самшиту та корою молодих гілочок. Її розповсюдження становить серйозну екологічну проблему, оскільки за один сезон цей шкідник може знищити насадження самшиту. Гусениці вогнівки також можуть шкодити іншим рослинам, таким як модрина колхидська, лавровишня, бруслини (японська та крилата), клен, ясен, падуб пурпуровий і мушмула японська (рис. 2).

Cydalima perspectalis швидко адаптується до нових умов і завдає значної шкоди декоративним культурам. Пошкоджені рослини часто втрачають листя повністю або частково, і нові пагони майже не відростають. Це призводить до зниження ростових показників кущів самшиту, їх довговічності та декоративності, а також до їх поступового відмирання. Тому вивчення цього шкідника є надзвичайно актуальним [6].



Рис. 2 Імаго самшитової вогнівки, личинка та пошкодження фітофагом

Для боротьби з *Cydalima perspectalis* рекомендовано використовувати різні препарати. Серед синтетичних піретроїдів ефективні Ціпервіт та Дельтаметрин, серед неонікотиноїдів – Актара, Конфідормаксі і ОперкотАкро,

а серед авермектини – Проклейм. Також можуть бути корисними двокомпонентні препарати, такі як Енжіо, а також біопрепарати, такі як Біотоксибацилін і Дендробацилін.

Перше оброблення рекомендовано проводити навесні з інтервалом два тижні, а протягом літа слід повторити обробки двічі або тричі (кожна серія складається з двох обробок з інтервалом півтора-два тижні). Обробку слід також провести восени при перших ознаках ушкодження, оскільки гусениці можуть продовжувати живлення до перших морозів. Однак слід враховувати, що ці препарати мають високу токсичність. Через це їх застосування в місцях, де рослини контактують з людьми (ботанічні сади, зелені зони, зони відпочинку, приватні території), може бути небезпечним.

Також необхідно пам'ятати, що ці пестициди можуть негативно впливати на корисних комах, тому після обробки кущі слід накрити агроволокном. Теплокровні тварини також можуть постраждати, оскільки період розпаду пестицидів триває кілька місяців. Крім того, через щільну крону рослини можуть виникнути проблеми з повноцінним контактом препарату з гусеницями, які можуть ховатися під листям. Тому рекомендується проводити дрібнокрапельний обробіток потужним струменем для досягнення глибокого проникнення в кущі [7].

Мінуюча міль (*Cameraria ohridella*) в Україні за останні роки стала помітною проблемою для кінських каштанів.

Пошкодження асиміляційної поверхні кінських каштанів, викликане личинками *Cameraria ohridella*, це порушує нормальне функціонування фізіологічних процесів у рослині та погіршує її еколого-естетичні, рекреаційні, фітосанітарні та архітектурні функції. Регулярний стрес протягом вегетаційного періоду значно ослаблює рослину, що може призвести до передчасного опадання листя. Внаслідок цього дерева не встигають накопичити достатню кількість поживних речовин, що погіршує їхній фітосанітарний стан і морозостійкість, і може призвести до їх відмирання під впливом низьких температур (рис. 3).

При значному пошкодженні асиміляційного апарату рослина намагається відновити втрачені вегетативні органи, випускаючи нове листя з сплячих бруньок і можливо повторно цвіте в кінці вересня. Це виснажує каштани, особливо у посушливі роки, і може призвести до їх загибелі.

Для захисту від шкідників рекомендується здійснювати пізню осінню оранку міжрядь і обробіток ґрунту в пристовбурних зонах, що сприяє масовій загибелі гусениць і лялечок. Важливо очищати стовбури і скелетні гілки від відмерлої кори, а також закладати дупла цементом для запобігання їх використанню шкідниками. Культивування та розпушування ґрунту в літній період під час заляльковування шкідника також є необхідними заходами.



Рис. 3 Каштанова мінуюча міль, личинка та пошкодження насаджень

При чисельності шкідника, що перевищує одну міну на листок, у фазу висування бутонів слід обприскувати дерева системними інсектицидами. Влітку, для контролю розвитку молі, ефективно проводити обробки інсектицидами, зокрема проти яблуневої плодожерки та інших шкідників [8].

Серед шкідників садово-паркових насаджень п'ядун зимовий (*Operophtera brumata*) є одним із найбільш поширених і небезпечних. Зони інтенсивного розмноження *Operophtera brumata* охоплюють Полісся, Лісостеп та гірський Крим. Шкідник завдає шкоди різним видам дерев, включаючи плодіві рослини, дуб, ільм, клен гостролистий, березу, вербу, граб, ясен та черемху. Гусениці цього шкідника активно об'їдають листя, вигризають бутони, квітки та зав'язі, обплітаючи їх павутиною.

Для боротьби з *Operophtera brumata* рекомендовано виконувати ряд заходів. Одним із них є рання осіння оранка ґрунту, що здійснюється до виходу метеликів. Культивація міжрядь та розпушування ґрунту в пристовбурних зонах після завершення розвитку гусениць також є ефективними методами. При виявленні 2-5 яєць на метр гілок слід провести обприскування овідцидами рано навесні, до розпускання бруньок, при температурі повітря не нижче 4°C. У разі масового відродження гусениць, при щільності 4-9 гусениць на метр гілок, рекомендується обробка дерев інсектицидами або біопрепаратами. Олеокупріт є препаратом широкого спектру дії, який ефективний проти кількох видів шкідників.

Кількість *Operophtera brumata* можна контролювати за допомогою клейових ловчих поясів, які прикріплюються до стовбурів дерев. Це перешкоджає самкам метеликів, які піднімаються вгору по стовбуру для кладки яєць. Восени пояс знімається і спалюється. Для боротьби з шкідником також доцільно залучати птахів. Шпаки є ефективними регуляторами чисельності шкідника, і регулярне розміщення шпаківень допомагає запобігти спалахам розмноження комах [9].

Ялівці можуть значно прикрасити будь-яку ділянку завдяки своєму різноманіттю видів, форм і сортів, що дозволяє створити унікальні композиції.

Однак власники ялівців часто стикаються з проблемою жовтіння і всихання окремих гілок. У травні на рослині можна помітити маленькі білі кульки, а згодом – самиці щитівок, які прикріплюються до хвої і ховаються під лусочками пагонів.

Якщо це явище спостерігається в липні або на початку серпня, ймовірно, що причиною є ялівцева щитівка (*Carulaspis juniperi*). Цей шкідник не лише вражає ялівці, але й може пошкоджувати кипарисовики, туї та тиси.

Боротьба з *Carulaspis juniperi* є досить складним завданням через те, що дорослі особини мало реагують на контактні інсектициди, такі як Оперкот, Децис Профі або Актеллік. Ці комахи залишаються нерухожими, добре захищені під захисними щитками на глибині рослинних частин.

Системні інсектициди, такі як Актара, Антихрущ, Ампліго та Ініціатор, які ефективні проти інших щитівок і несправжніх щитівок, виявляються малоефективними проти *Carulaspis juniperi*. Це пояснюється тим, що системні препарати поширюються по рослині через ксилему, що розташована глибоко в стеблах, а крихітний хоботок щитівки не може досягти цих судин.

Найефективніший спосіб боротьби з *Carulaspis juniperi* полягає в обробці рослин під час розселення молодих личинок, після цвітіння плодкових дерев і на початку червня. В цей період з'являються личинки першого і другого віку.

Додатково, обробка ялівців контактними інсектицидами, такими як Актеллік, у серпні або вересні допоможе зменшити чисельність зимуючих стадій шкідника. Зменшення кількості яєць, що перезимують, сприятиме покращенню стану ялівців наступного сезону. Також важливо провести викорінююче обприскування хвойних рослин [10].

Листовійка розанова (*Archips rosana*) є поширеним шкідником, особливо в степовій зоні, де часто спостерігаються її масові розмноження. Вона завдає шкоди багатьом листяним породам, зокрема яблуні, груші, айві, вишні, черешні, абрикосу, сливі, терену, грецькому горіху, дубу, в'язу, березі, вербі, тополі та жимолості.

Для захисту застосовуються різні методи. Агротехнічні методи боротьби включають видалення старих і уражених гілок. Біологічний підхід передбачає застосування біопрепаратів. Хімічні заходи передбачають обробку інсектицидами навесні після розпускання бруньок у фазі висування суцвіть, щоб знищити перезимувалих гусениць у місцях масового ураження [11].

Павутинний кліщ (*Tetranychidae*) зазвичай оселяється на нижній стороні листя і швидко розмножується, проколюючи клітини рослин і живлячись їхнім соком. Він може пошкоджувати сотні видів рослин. Ознакою присутності *Tetranychidae* є поява павутини на рослині. Ці шкідники віддають перевагу теплим і сухим умовам. Для запобігання появі кліщів рослини слід щоденно обприскувати водою. Якщо ж шкідники вже з'явилися, рослину необхідно ізолювати, помістити в прохолодне місце і провести обробку хімічними засобами: акарицидами або інсектоакарицидами, повторюючи обприскування за потреби двічі [12].

Заболонник дубовий (*Scolytus intricatus*) трапляється повсюдно. Пошкоджує дуб, рідше бук, граб, каштан, березу, тополь, клен та інші листяні породи. *Scolytus intricatus* може заселяти ослаблені дерева та зрізані стовбури та гілки. Останнє небезпечно, тому що шкідник розмножується в цих залишках і

за високої щільності популяції є спроможним нападати на доволі здорові дерева.

Заходи захисту включають своєчасне видалення дерев, що всихають, обрізання пошкоджених гілок і їхнє спалювання. Важливо також боротися зі сисними та іншими шкідниками, які послаблюють плодові дерева, адже у здорових дерев ходи личинок заболонників заповнюються соками, що призводить до їхньої загибелі. Рекомендується поливати плодові дерева влітку. Навесні, під час льоту жуків, необхідно обприскувати стовбури і гілки дерев інсектицидами [13].

Попелиця (*Aphidoidea*) – це дрібні комахи зеленого, чорного, оранжевого або сірого кольору, які живляться соком, висмоктуючи його з м'яких частин рослини, зазвичай з молодих пагонів та бутонів квітів. При значній кількості *Aphidoidea* рослина може сильно ослабнути, що може призвести до її загибелі. Цих комах легко помітити, оскільки вони мають розмір від 1 до 2 мм. *Aphidoidea* розмножується дуже швидко – одна самиця здатна відкласти до 140 личинок. Під час своєї життєдіяльності попелиця виділяє солодку речовину, яка приваблює мурах. Проте мурахи не знищують *Aphidoidea*, а навпаки, захищають її та переносять личинки на інші рослини, дерева або кущі.

Ознаки зараження :

- деформація верхніх паростків
- скручується листя
- цукрова рідина на листках і пагонах
- бутони не розкриваються

Aphidoidea часто вражає такі рослини, як троянди, фуксії, гвоздики, бегонії, яблуні, груші та інші. При перших ознаках її появи рослину необхідно ізолювати, а якщо не з'явилися липкі цукрові плями, можна зібрати комах вручну і провести профілактичні заходи. Можна також застосовувати інсектицидні засоби, повторюючи обробку кожні 4-5 днів. Якщо личинки шкідників виживають, вони можуть стати стійкими до хімічних препаратів і продовжити розмноження. Серед природних ворогів *Aphidoidea* – є сонечка (*Coccinellidae*), які допомагають контролювати її чисельність [14].

Висновок. Інтегрований підхід до захисту садово-паркових насаджень забезпечує більш ефективне управління шкідниками, знижує ризик їх подальшого розповсюдження і допомагає зберегти стан і декоративність рослин. Регулярний моніторинг і своєчасне вжиття заходів протидії дозволяють підтримувати екологічну стійкість і забезпечити довготривалу ефективність у боротьбі зі шкідниками.

Список використаної літератури

1. Ефективний спосіб видалення шкідників у загальному парку – екологічно безпечні рішення: веб-сайт. URL: <https://vegetable.com.ua/yak-efektivno-vidaliti-shkidnikiv-u-zagalnomu-parku/> (дата звернення 23.08.2024 р.)
2. Мовчан О. М. Карантинні шкідливі організми. Частина 1. Карантинні шкідники. К: Світ., 2002. 288 с.

3. Рудська Н.О., Пінчук Н.В., Ватаманюк О.В. Лісова ентомологія: навч. посіб. за ред. Н.О. Рудська Вінниця: ТОВ Твори. 2020. 288 с.

4. Станкевич С. В. Леженіна І. П., Забродіна І. В. Біологічні особливості американського білого метелика у Харківському районі Харківської області. Матеріали підсумкової наукової конф. професорсько-викладацького складу, аспірантів та здобувачів, 24–25 травня 2017 р. Ч. II. Харків: ХНАУ, 2017. С. 179–180.

5. Американський білий метелик: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-luskokrili-lepidoptera/amerikanskiy-biliy-metelik-id16519> (дата звернення: 23.08.2024).

6. Мешкова В. Л., Туренко В. П., Байдик Г. В. Адвентивні шкідливі організми в лісах України // Вісник Харківського національного аграрного університету. 2014. № 1-2.

7. Самшитова вогнівка дісталась буковини: веб-сайт. URL: <http://ibhb.chnu.edu.ua/dpt/botsad/novini/samshitova-vognivka-distalasbukovini> (дата звернення: 23.08.2024).

8. Мінуючі молі: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-luskokrili-lepidoptera/minuyuchi-moli-id16542> (дата звернення 23.08.2024 р.)

9. Зимовий п'ядун: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-luskokrili-lepidoptera/zimoviy-pyadun-id16523> (дата звернення 24.08.2024 р.)

10. Ялівцева щитівка – невидимий ворог: веб-сайт. URL: https://leto.ua/ua/article/mojjevelovaya_schitovka_nevidimiy_vrag (дата звернення 24.08.2024 р.)

11. Розанова листовійка: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-luskokrili-lepidoptera/rozanova-listoviyka-id16528> (дата звернення 24.08.2024 р.)

12. Павутинний кліщ: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-akariformni-acariformes/pavutinniy-klisch-id16683> (дата звернення 24.08.2024 р.)

13. Плодовий заболонник: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-tverdokrili-coleoptera/plodoviy-zabolonnik-id16548> (дата звернення 24.08.2024 р.)

14. Попелиця: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/shkidniki-rivnokrili-homoptera/tlya-popelitsya-id16682> (дата звернення 24.08.2024 р.)

Діана БАГРІЙ⁵¹,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ. ПРИЧИНИ ТА СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ

***Анотація.** У даній статті досліджуються причини деградації ґрунтів в Україні, включаючи неправильне використання земельних ресурсів, ерозію та забруднення хімічними речовинами. Крім того, розглядаються способи покращення стану ґрунтів, такі як використання агротехнічних прийомів для збереження ґрунтового покриву та збільшення його родючості. Аналізується також потенціал використання новітніх технологій, результати досліджень можуть бути використані для розробки ефективних стратегій збереження та відновлення ґрунтового покриву в Україні, спрямованих на стале підвищення якості та родючості ґрунтів у майбутньому.*

***Abstract.** This article examines the causes of soil degradation in Ukraine, including improper use of land resources, erosion, and chemical pollution. In addition, methods of improving the condition of the soil are considered, such as the use of agrotechnical methods to preserve the soil cover and increase its fertility. The potential of using the latest technologies is also analyzed, the research results can be used for the development of effective strategies for the preservation and restoration of soil cover in Ukraine, aimed at the constant improvement of soil quality and fertility in the future.*

***Вступ.** Деградація ґрунтів в Україні є актуальною проблемою, що вимагає негайного вирішення через її потенційно негативні наслідки для екології, сільського господарства та економіки в цілому. Ерозія, забруднення, підкислення і засоленість ґрунту — дітища антропогенного впливу, недбайливого користування основного засобу сільськогосподарського виробництва [5].*

Земля як природний ресурс, визнана Конституцією України, основним національним багатством, що перебуває під охороною держави.

Загальна площа України становить 60,3 млн га, сільськогосподарських земель – 42,7 млн га, ріллі – 32,5 млн га. Ґрунтовий покрив країни є дуже

⁵¹ Науковий керівник: Бронікова Л.Ф., ст. викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

різноманітним. За матеріалами великомасштабних досліджень 1957 – 1961 рр. виділено понад 800 видів ґрунтів, від малорозвинутих гірських до надпотужних чорноземних.

Сприятливі ґрунтово-ресурсні умови Україна має завдяки тому, що земельний фонд майже на 2/3 складається з чорноземів і лучно-чорноземних ґрунтів, які характеризуються високим рівнем природної родючості. Українські чорноземи складають 9,3 % від площі цих ґрунтів у світі та 28,5 % – у Європі [6].

Виклад основного матеріалу. Втрата властивостей або зменшення родючості, характерних їм як природному тілу (ерозія, підтоплення, засолення, підкислення, заболочення тощо), називається деградацією ґрунтів. Ступінь деградованості ґрунтів іноді буває слабкою, середньою та сильною. Погіршення властивостей на слабо деградованих ґрунтах є майже непомітними, проте врожайність тут зменшується на 10%. На середньо деградованих ґрунтах погіршення ознак їхніх властивостей є чітко окресленими, це зумовлює до переходу різновиду чи до іншого типу. Значним є зменшення врожайності понад 50%. Зменшується продуктивність вирощуваних культур на сильно деградованих ґрунтах, понад 50%. Недостатньо придатними для вирощування культурних рослин стають морфологічні ознаки ґрунтової відміни, проте при цьому вони можуть зберігатися (рис.1) [1].

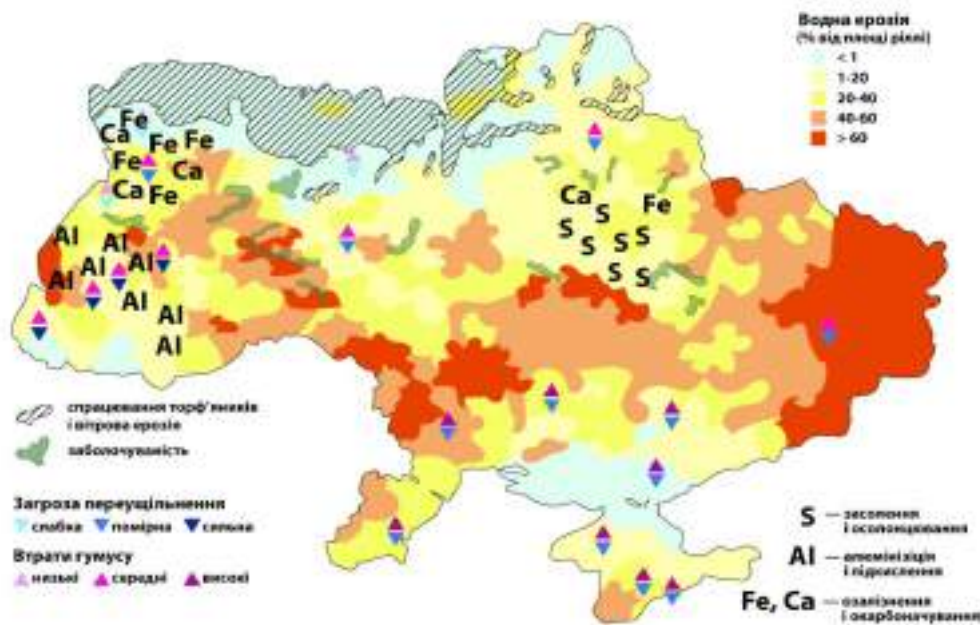


Рис. 1. Проблема розповсюдження деградації ґрунтів в Україні [4].

В останні десятиліття масштаби проблеми збільшуються внаслідок інтенсивного ведення сільського господарства, урбанізації, вирубування лісів та перевипасу худоби (табл 1). Варто детальніше розглянути причини руйнування ґрунту внаслідок діяльності людини:

- Неefективні сільськогосподарські методи: надмірне використання хімічних добрив, пестицидів, вирощування монокультур, а також неправильне зрошення погіршують стан поля.

- Грунт послаблюється, порушується його структура, внаслідок агресивних методів обробки на кшталт глибокої оранки.

- Дисбаланс у землі поживних речовин, забруднення докiлля, а також її підкислення провокує неточне внесення добрив.

- До втрати 10-15 кг азоту та 1,5-2,0 т органічної речовини, призводить спалювання соломи та стерні. Земля стає надто сухою на випалених ділянках, знищуються органічні речовини, погіршується її фізико-хімічний склад, а також гинуть корисні мікроорганізми.

Таблиця 1

Класифікація причин деградації ґрунту

Тип	Головні фактори та наслідки
Біологічна	Земля стає менш придатною для обробки сільськогосподарських культур, внаслідок зниження мікробної активності, яка відбувається через руйнівні біохімічні процеси, передусім на незахищених полях.
Хімічна	Харчування рослин погіршується внаслідок несприятливих змін у хімічному складі ґрунту (використання пестицидів, синтетичних добрив тощо).
Екологічна	Викликає ерозію та порушує стабільність екосистем, саме вирубування лісів. Насамперед зміна клімату впливає на продуктивність землі, тобто внаслідок підвищення температур та екстремальних погодних явищ.
Фізична	Внаслідок фізичного впливу: повеней, зсуву, вітрів, поверхневих стоків, інтенсивної обробки полей, родючий шар ґрунту втрачається та виснажується. Тривала фізична деградація ґрунтів погіршує склад та структуру ґрунту, а отже, його родючість.

- Перевипас худоби сприяє ущільненню ґрунту та виснажує рослинний покрив.

- Захисний покрив землі руйнує знеліснення, тобто вирубування лісів для лісозаготівель, розширення міст та сільськогосподарських потреб.

- Ерозія, руйнування верхнього шару ґрунту, може бути викликана відсутністю рослинності (вітрова ерозія) або надлишковим зрошенням та неправильним дренажем (водна ерозія).

- Розширення міст, пов'язане з реорганізацією інфраструктури, призводить до ущільнення, втрати родючості та деградації ґрунту.

● Забруднення земель, викликане сільськогосподарськими стоками та неефективним видаленням відходів, є загрозою здоров'ю людей та довкіллю [2].



Рис. 2. Зниження родючості ґрунтів від дії негативних факторів за даними НААН України (середні дані для орних ґрунтів України, на прикладі зернових колосових культур), [4].

Питаннями щодо збереження родючості ґрунтів в Україні наразі займається декілька організацій. Це проєкт ФАО ГЕФ, «Українське ґрунтове партнерство», створене за підтримки ФАО, громадська спілка «Органічна Україна», що займається розробкою покращення біорізноманіття та стратегій захисту, а також вітчизняний виробник ферментних і мікробних препаратів БТУ-ЦЕНТР. Мікробіологічні препарати-біотехнологічні рішення БТУ-Центру. Проблема викидів у нафтогазовидобувній промисловості стала однією з перших питань, через яке почали досліджувати відновлення ґрунтів в компанії. Застосування мікробіологічних препаратів на ґрунтах, забруднених пластових вод і розливами нафти, дозволило відродити їх у терміни від 1-3 років [3,4].

Було розроблено в останні 15 років компанією БТУ-ЦЕНТР близько 67 препаратів, 50 з яких мають органічну сертифікацію, для агропромислового сектору .

З метою запобігання деградації та підтримки родючості ґрунтів в БТУ-ЦЕНТР рекомендують:

- сприяти раціональному використанню властивостей ґрунтів;
- впроваджувати ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту як No-till;
- зменшувати пестицидне навантаження на ґрунт.

В Україні, відповідно до даних ФАО, суттєвої деградації зазнало 20% українських земель сільськогосподарського призначення, решта перебувають під загрозою.



Рис. 3. Обробіток ґрунту

Близько 30% гумусу українські ґрунти втратили за останні 130 років, а рівень розораності в Україні один з найвищих в Європі — 53%. Для порівняння, у Німеччині 34%, в США 17%, у Польщі цей показник становить 36%. Поштовхом приєднання України до Програми сталого розвитку, стала дана ситуація, адже за приблизними оцінками НААН, призводить до втрати близько 40 млрд грн/рік.

«Українське ґрунтове партнерство» утворилося в 2019 році, з метою об'єднати всі інформаційні ресурси та осучаснити інформацію про стан ґрунтів України.

Належні умови мають бути не лише в літні місяці, а і на період сівби та у вересні, що є дуже важливим для агронома, оскільки в ці періоди спостерігається погіршення вологозабезпеченості та збільшення денних температур, внаслідок цього зменшується ефективність систем удобрення.

Багато фермерів перейшли на систему підживлень в літні місяці, щоб компенсувати нестачу мінеральних добрив для основного внесення, адже зі зрушенням гідротермічного коефіцієнту навіть на 1/10 істотно погіршується окупність мінеральних добрив. Очікувану окупність добрив мають лише у вологі роки.

Отже, основні принципи концепції управління живлення рослин в сучасних умовах полягають у:

- створенні високого фосфатного фону;
- збільшенні глибини локалізації добрив;
- комбінованому застосуванні добрив з препаратами стрес-протекторної дії та біостимуляторами;
- дотриманні співвідношення елементів живлення;
- проведенні позакорневих підживлень.

Слід пам'ятати, що погіршують живлення рослин і такі чинники, як підтягування карбонатів, засолення, що посилює антагонізм елементів, і навіть залишки гербіцидів та інших ксенобіотиків [5].

Висновки. Отже, деградація ґрунтів в Україні є складною та багатогранною проблемою, яка потребує негайного та комплексного підходу до

її вирішення. Процеси, що спричиняють деградацію ґрунтів, такі як ерозія, забруднення хімічними речовинами, неправильне використання земельних ресурсів та надмірна експлуатація, поглиблюються і загострюються з часом.

На сьогоднішній день існують шляхи, за допомогою яких можна уникнути подальшої деградації ґрунтів та відновити їх родючість. До таких шляхів можна віднести раціональне використання властивостей ґрунтів, впровадження ресурсозберігаючої системи обробітку ґрунту, зменшення пестицидно навантаження на ґрунт та впровадження новітніх технологій у сільськогосподарство.

Запобігання деградації ґрунтів та їх покращення вимагає спільних зусиль усіх зацікавлених сторін, включаючи урядові органи, сільськогосподарські підприємства, наукові установи та громадські організації. Лише шляхом співпраці та взаємодії можна забезпечити збереження ґрунтового ресурсу для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Несмачна Меланія. Проблема деградації ґрунтів. Сучасний стан, ризики та способи подолання. *Суперагроном*. 2022. URL: <https://superagronom.com/articles/589-problema-degradatsiyi-gruntiv-suchasniy-stan-riziki-ta-sposobi-podolannya> (дата звернення 20.08.2024).

2. Ґрунтові ресурси України: сучасний стан, деградація, охорона. *Агробізнес України*. 2019. <https://agropolit.com/infographics/view/93> (дата звернення 22.08.2024).

3. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Копитчук Ю.М. Збереження родючості ґрунту за раціонального використання системи удобрення і норми висіву озимої пшениці. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №17. Р. 5-14.

4. Балюк С.А., Мірошниченко М.М. Сучасний стан ґрунтових ресурсів України: як бути далі? <https://a7d.com.ua/agropoltika/50965-suchasnij-stan-gruntovih-resursv-ukrayini-jak-buti-dal.html> (дата звернення 26.08.2024).

5. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Ґрунти Вінницької області. Вінниця, 2004. 46 с.

Світлана БАРКАСОВА⁵²,
студентка 2 курсу,
факультет екології, лісового та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

СИМБІОТИЧНІ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ МІКОРИЗОЮ ТА КОРЕНЕВОЮ СИСТЕМОЮ РОСЛИН

Анотація. Стаття присвячена симбіотичній взаємодії мікоризи та кореневої системи рослин, що являється ключовим компонентом екологічної стратегії виживання рослин у природних умовах. Розкриваються механізми утворення взаємодій мікоризних грибів з корінням рослин, що сприяє підвищенню ефективності поглинання води та поживних речовин, зокрема фосфору. Особлива увага приділяється ролі арбускулярної мікоризи (АМ) у покращенні адаптаційних властивостей рослин, зміцненні їхньої імунної системи та стійкості до несприятливих умов середовища. Отримані результати вказують на значний потенціал використання мікоризних грибів для оптимізації агротехнічних процесів та підвищення врожайності культурних рослин.

Ключові слова: мікориза, екологія ґрунту, симбіоз, коренева система, водний баланс, арбускулярна мікориза.

Annotation. This article is devoted to the symbiotic interaction of mycorrhizae and the root system of plants, which is a key component of the ecological strategy of plant survival in natural conditions. The mechanisms of formation of interactions of mycorrhizal fungi with plant roots are revealed, which contribute to increasing the efficiency of absorption of water and nutrients, in particular phosphorus. Special attention is paid to the role of arbuscular mycorrhiza (AM) in improving the adaptive properties of plants, strengthening their immune system and resistance to adverse environmental conditions. The obtained results indicate the significant potential of using mycorrhizal fungi to optimize agrotechnical processes and increase the yield of cultivated plants.

Key words: mycorrhiza, soil ecology, symbiosis, root system, water balance, arbuscular mycorrhiza.

Вступ. Ґрунт – це величезний, чітко збалансований мікросвіт, у якому кожен вид мікроорганізмів має своє місце і своє значення. Злагоджена взаємодія різних біологічних угруповань допомагає утримувати баланс усіх ґрунтових процесів. Але через низку факторів наразі спостерігається поширене явище – виснаження ґрунтів, тому вчені активно шукають нові методики природного добрива ґрунтів, для активного розвитку рослин. Мікориза

⁵²Науковий керівник: Амонс С.Е., канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

виявилась унікальним природним механізмом, що сприяє підвищенню стійкості до несприятливих умов середовища, імунітету рослин та врожайності сільськогосподарських культур.

Мета. Дослідити та проаналізувати механізми симбіотичних взаємодій між мікоризою та коренем рослини. Дослідження спрямоване на виявлення основних аспектів впливу мікоризи на: зміцнення імунної системи рослин, водний баланс, поглинання поживних речовин та покращення продуктивності рослин.

Виклад основного матеріалу. Грунт – це основа життя на планеті, що забезпечує рослини необхідними елементами для росту і розвитку. Злагоджена взаємодія біологічних угруповань підтримує рівновагу всіх процесів, забезпечуючи родючість і здоров'я ґрунту. Однак, втручання людини: інтенсивне оброблення, добрива та прагнення отримати максимальний урожай - порушує цей баланс. Ігнорування природних взаємозв'язків призводить до зростання проблем, таких як: хвороби рослин, шкідники та стреси. В результаті витрати на вирощування збільшуються, а результати стають гіршими. Лише спостерігаючи за природними екосистемами, як-от ліси або цілинні землі, людина починає розуміти, що природа побудувала ці системи не даремно. Одне з важливих співтовариств ґрунтового мікросвіту є мікориза. Вона підтримує баланс і здоров'я екосистеми.

Слово «мікориза» походить від грецького: μυκός (грибок) і rhiza (корінь) і вперше був виявлений ще у 1885 році. Мікоризні гриби існують сотні мільйонів років, і дослідження показують, що вони є корінням усього життя на суші. Понад 90% усіх наземних рослин, а ймовірно, і більше, утворюють мікоризи, і вони мають вирішальне значення у живленні, структурі рослинного ценозу та ареалі поширення окремих видів рослин [1].

Під землею мікоризні гриби утворюють розгалужену мережу, відому як міцелій, із мікроскопічних ниткоподібних ниток або гіф, яка стає набагато більшою, ніж справжні корені рослини. Гіфи тонші за кореневі волоски, саме тому здатні проникати в найтонші пори ґрунтових мінералів, збільшуючи поглинання рослиною води і поживних речовин. Мережа грибів може покривати в 700 разів більше ґрунту, ніж коріння рослини. Також, грибні мережі часто об'єднують окремі рослини, дозволяючи їм спільно використовувати ресурси. Це явище називають «деревною павутиною» через її схожість з інтернетом, що підкреслює взаємозв'язок та спільний обмін ресурсами між рослинами.

У цьому симбіозі відбувається обмін - рослина дає грибу цукор, який утворює під час процесу фотосинтезу, бо у гриба немає хлорофілу, тож накопичення цукрів у ньому не відбувається. А гриб, (практично 100-кратно) збільшує площу живлення рослини та в разі посушливих умов «дотягується» до глибших шарів, у яких міститься волога. Таким чином вони підтримують одне одного.

У кожному кубічному сантиметрі ґрунту що оточує корені, довжина мікоризних гіфів сягає від 20-40 метрів. Гіфи поступово розщеплюють ґрунтові

мінерали, добуваючи з них поживні елементи, які є важкодоступними для рослин, зокрема фосфор [2]. Це пояснюється тим, що доступний для рослин іон PO_4^{3-} є малорухливим у ґрунті, тому навколо коренів утворюються зони виснаження доступного фосфору шириною 1,0-1,5 мм. Через повільне надходження фосфату з навколишнього ґрунту, мікоризні гіфи стають ключовим надходженням фосфору для рослин. Окрім фосфору, мікоризний симбіоз відіграє роль у надходженні до рослин азоту та мікроелементів, таких як: кальцій, цинк, мідь, залізо.

Ще однією важливою функцією мікоризи є перешкоджання зараженню коренів паразитичними грибами і бактеріями, а також вплив на склад ризосферних організмів. Захисна функція мікориз забезпечується тим, що густе переплетіння гіф створює бар'єр для проникнення патогенів. Крім того, мікоризні гриби виділяють антибіотичні речовини в ґрунт, використовуючи вуглевод, що надходять від рослин, тим самим зменшують доступ патогенних організмів до енергії. Також відомо, що мікориза позитивно впливає на водний баланс рослин, оскільки її гіфи здатні поглинати воду з дуже сухих ґрунтів.

Вчені-агрономи висувають обґрунтовану теорію про вміст у ґрунті речовини гломалін - нібито він виробляється саме мікоризою. Гломалін є одним із різновидів білка – це біологічно активна речовина без якої розвиток рослин не є можливим.

Мікоризу поділяють на три основних типи: ектотрофна, ендотрофна, ектоендотрофна. Ектотрофна мікориза властива хвойним рослинам, характеризується тим, що гіфи проникають в клітини кореня. Ектомікоризу можна побачити без спеціалізованих інструментів – на молодих корінцях утворюється чохол із гіфів гриба, при цьому кореневі волоски зникають, тому що їх роль виконує мікориза. Найпоширенішою є ендомікориза - вона характерна для більшості рослин, зокрема сільськогосподарських культур. При формуванні ендотрофної мікоризи грибний міцелій поширюється не лише між клітинами мезодерми, але й проникає в середину них. При цьому кореневі волоски зазвичай зберігаються, а деякі відгалуження міцелію відходять у ґрунт. Часто утворюються особливі структури: арбускули та везикули, що дало назву цій мікоризі – арбускулярна або арбускулярновезикулярна мікориза (АВМ, або АМ відповідно).

На відміну від ектотрофної мікоризи, у ендотрофної грибні гіфи не такі густі й не формують щільного грибного чохла. Гіфи коренів з ендотрофною мікоризою називають емісійними. Побачити її можна лише за допомогою мікроскопа. Ектоендотрофна мікориза являється перехідною формою, що поєднує властивості ектотрофної та ендотрофної мікориз [3].

Здатність до утворення тієї чи іншої форми мікоризи має 80-90% видів рослин, але є рослини, що не здатні до такого симбіозу. Такими представниками є родини капустяних, макових, гвоздичних, лободових, осокових, хвощі та водорості. Цим рослинам властивий короткий вегетаційний період, вони не потерпають від дефіциту вологи, власне, завдяки цьому і не потребують допомоги мікоризи.

Арбускулярна мікориза (АМ) – найпопулярніший вид рослинно-грибного симбіозу, в основі якого лежить обмін продуктами метаболізму. Гриби отримують вуглеводи, а рослина – важливі елементи, такі як: фосфор, калій, азот, мідь, цинк, воду і т.д. Мікоризні гіфи ефективно поглинають фосфати з ґрунту завдяки їх високій адсорбційній здатності та здатності розчиняти фосфати через виділення кислот і фосфатаз [4].

Також відомо, що АМ підвищує стійкість до абіотичних стресів та забруднення важкими металами. Вона захищає від корневих патогенів за допомогою синтезу антибіотиків, а також конкуруючи з патогенами за ресурси. АМ змінює фітогормональний статус рослин, впливаючи на вміст ауксинів, гіберелінів, абсцизової кислоти і цитокінінів. Дослідження фотосинтетичного апарату продемонстрували вплив АМ на активність фотосистеми, а відтак на збільшення площі листової поверхні й кількості хлорофілу.

Вплив арбускулярної мікоризи на рослину є результатом взаємодії з бактеріальними спільнотами, що мешкають у мікоризосфері. Ці бактерії сприяють фіксації азоту, виділяють фітогормони, сидерофори та антибіотики, що загалом покращує ріст рослин. Трестороння взаємодія між рослиною-господарем, мікоризними грибами та бактеріями позитивно впливає на розвиток рослин і може бути ефективно застосована в аграрному секторі. Поверхня гіфів мікоризних грибів у 100 разів перевищує площу кореневої системи, що дозволяє покращити кореневе живлення в 15 разів.

Мікоризні гриби широко поширені в природі, але як і ґрунтова мікробіота, вони страждають від негативного впливу механічної обробки землі, хімічних засобів догляду за рослинами. Природне утворення симбіозу може займати роки, тому для прискорення мікоризоутворюючих процесів, а також для відновлення та підсилення мікоризи на виснажених ґрунтах додатково застосовують біопрепарати: міко-препарати, симбіотичні, мікоризні чи мікоризоутворюючі.

Відомо, що багато поширених сільськогосподарських культур, такі як злаки, бобові, картопля та соняшник – є мікотрофними, та при наявності мікориз їх врожайність може збільшуватися на 10-15%. АМ загалом стимулює ріст рослин і суттєво підвищує їхню продуктивність.

На сьогодні не тільки експериментальні, а й виробничі показники доводять, що система вирощування сільськогосподарських культур, яка контролюється мікоризою є більш стійка та ефективна для підвищення врожайності при зменшенні витрат на виробництво. За даними VII Міжнародної конференції з мікоризи (2013 рік, Нью-Делі), щодо використання мікоризи в різних ґрунтовокліматичних зонах було досягнуто подальшого

збільшення врожайності культур: соя – від 15 до 40%, кукурудза – від 20 до 70%, зернові колосові – Від 15 до 30%, овочеві – від 30 до 200% [5].

Біопрепарати-мікоризоутворювачі різняться залежно від виробника. Існують засоби з одним видом мікоризних грибів, декількома штамми чи комбінацією мікоризних грибів з корисними бактеріями. Вони випускаються у вигляді гелю, порошку або гранул, і усі варіанти є досить простими у використанні.

На відміну від добрив, мікоризоутворювачі не є «разовим» біопрепаратом. Мікориза розвивається роками, приносить користь з кожним сезоном все більшу. Якщо звести до мінімуму механічну обробку, застосування «хімії», сприяти відновленню родючості, перейти на принципи органічного землеробства, після вирощування однієї рослини ґрунт залишиться все таким самим корисним та якісним, багатим на мікрофлору і придатним до висадження нових рослин. Груба обробка ґрунту і класичні методи землеробства призводять до потреби щорічного штучного відновлення мікобіоти та регулярного застосування препаратів [6].

Найбільш швидким та ефективним способом для насичення популяціями мікоризи поля – застосування мікоризного інокулянта при передпосівній обробці насіння, зокрема таких культур як: соя, соняшник та кукурудза. Розробка британських вчених мікоризного препарату Мікофікс на основі ендомікоризного гриба *Glomus intraradices* є однією з успішних розробок. Цей препарат відкриває нові можливості для оптимального збагачення ґрунту мікоризою [7].

Данні лабораторних досліджень встановили, що вплив Мікофікса на посівні якості насінин кукурудзи на соняшника свідчать про незаперечну ефективну дію мікоризанта ще на початку розвитку культури. Встановлено приріст сходження насіння та ваги 10-ти паростків насіння (рис. 1-4) [5].



Рис. 1. Результати пророщення насіння кукурудзи, оброблених препаратом Мікофікс.

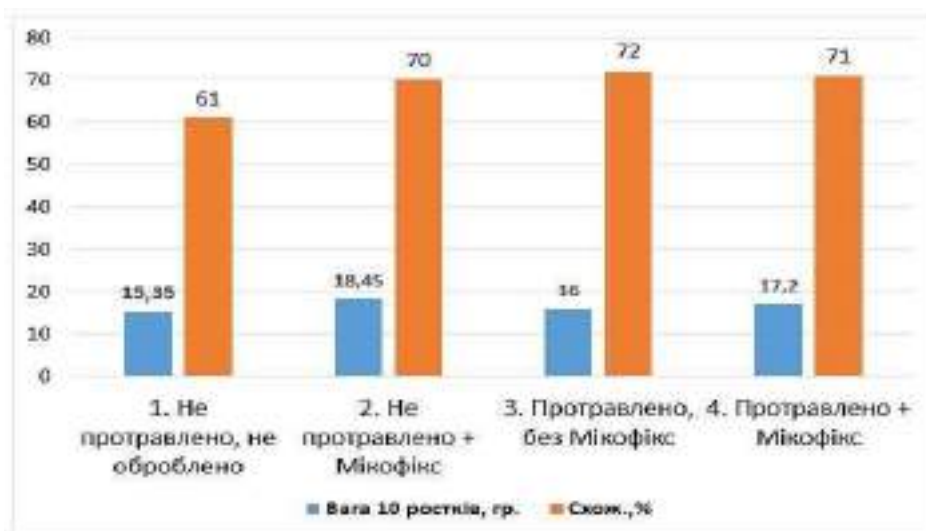


Рис. 2. Порівняльна діаграма ваги та приросту величини сходження насіння кукурудзи обробленого та не обробленого препаратом Мікофікс.



Рис. 3. Результати пророщування насіння соняшника, оброблених препаратом Мікофікс.

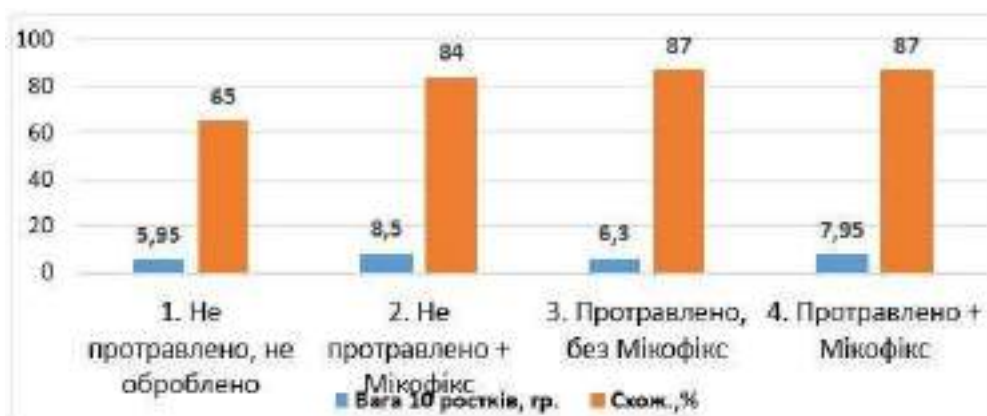


Рис. 4. Порівняльна діаграма ваги та приросту величини сходження насіння соняшника обробленого та не обробленого препаратом Мікофікс.

Висновки. Отже, мікориза активно допомагає рослинам засвоювати макро- і мікроелементи з важкодоступних (малорозчинних) сполук ґрунту, що підвищує врожайність та зменшує потребу у добривах та воді. Вона також стимулює захисні функції культури, допомагаючи їм протистояти різним патогенам та

шкідливим організмам. Крім того, мікориза підвищує стійкість рослин до несприятливих кліматичних умов, важких металів та солей, знижуючи зараженість ґрунту токсинами.

Використання мікоризи дозволяє аграрію не тільки заощадити на добривах, але й вирішити багато проблем, які виникають при вирощуванні здорової рослинної продукції, при цьому підвищуючи якість продукції. Однак, через втручання людини у природні процеси, які відбуваються в ґрунтах - багато взаємозв'язків порушено та їх потрібно відновлювати. Це можна зробити завдяки внесенню біопрепаратів, що містять спори грибів, здатних утворювати мікоризу, а також бактерії, які допомагають утворюватися та розвиватись мікоризи.

Список використаної літератури

1. Про мікоризу. URL: <https://mycofix.com.ua/pro-mikoryzu/> (дата звернення 04.09.2024).
2. Стреси від кліматичних змін: мікориза допомагає рослині вистояти. URL: <https://superagronom.com/articles/402-stresi-vid-klimatichnih-zmin-mikorizadopomagaye-roslini-vistoyati> (дата звернення 06.09.2024).
3. Мікоризація – очевидний резерв продуктивності рослин. URL: <https://btucenter.com/publication/ozimi-kulturi/mikorizatsiya-ochevidniy-rezervproduktivnosti-roslin/> (дата звернення 07.09.2024).
4. Жданюк І.М. Вплив препарату мікоризи на продуктивність сої в умовах полісся. Поліський національний університет. Житомир, 2020. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/11500/1/Zhdanjuk_I_M_KR_201_2020.pdf (дата звернення 07.09.2024).
5. Актуально про мікоризу URL: <https://agrotimes.ua/article/aktualno-promikorizu/> (дата звернення 08.09.2024)
6. Мікориза – органічний спосіб покращити здоров'я саду і городу URL: <https://zelenasadyba.com.ua/sad-i-gorod/mikoryza.html> (дата звернення 07.09.2024).
7. Вплив грибків та бактерій у гідропоніці. URL: https://growing.com.ua/effects_of_fungi_and_bacteria_on_plants_in_hydroponics.html (дата звернення 08.09.2024).

Анастасія БЕВЗ⁵³,
студентка 3-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ НА СТАН ЗДОРОВ'Я УКРАЇНЦІВ

***Анотація.** Наслідки війни для України нині найчастіше оцінюються через призму економічних збитків, руйнувань інфраструктури та кількості загиблих. Але війна впливає також і на здоров'я громадян – йдеться не лише про очевидні ризики на кшталт контузій та травм, а й про довгострокові наслідки. У перспективі багато українців можуть зіткнутися з психологічними та психічними проблемами, зростанням залежностей та загостренням деяких хвороб.*

***Annotation.** The consequences of the war for Ukraine are now most often assessed through the prism of economic losses, destruction of infrastructure and the number of dead. But war also affects the health of citizens – it is not only about obvious risks such as contusions and injuries, but also about long-term consequences. In the future, many Ukrainians may face psychological and mental problems, the growth of addictions and the exacerbation of some diseases.*

***Вступ.** Статут ООН у 1945 р. заборонив війну, але відтоді збройних конфліктів розпочалося більше, аніж закінчилося і вони забирають дедалі більше життів цивільних осіб [1]. Ця негативна тенденція яскраво ілюструється на прикладі повномасштабної війни, яку розгорнула 24 лютого 2022 російська федерація проти України. З початку повномасштабного вторгнення рф в Україну, чи не кожен українець зазнав неминучого впливу війни на психологічне здоров'я. Крім прямих жертв серед військових і цивільного населення, є й опосередковані втрати, адже в багатьох регіонах значно утруднено доступ до невідкладної медичної допомоги. Другий аспект – це те, що люди пережили практично на всій території України – шок, різноманітні травми, стреси і так далі.*

Розбомблені лікарні, вбивства і викрадення лікарів, вивезення медичного обладнання, нестача ліків та медперсоналу, відсутність чистої води й світла, тисячі непохованих тіл, що розкладаються і забруднюють довкілля – війна завдала сильного удару по медичній системі України.

Через понижену інфраструктуру і відсутність у багатьох регіонах нормального доступу до медичної допомоги українцям може загрожувати

⁵³Науковий керівник: Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

багато нових хвороб. Наприклад, дифтерія і правець, від яких щеплено лише кожна п'ята доросла людина в Україні.

І хоча українці жартують, що завдяки бойовим діям забули про ковід – він нікуди не зникав і восени знову набирає обертів.

Виклад основного матеріалу. Росія у війні проти України не гребує жодною можливістю нанести якомога більшу шкоду людям та інфраструктурі. Ворожі війська хаотично обстрілюють житлові будинки, об'єкти інфраструктури та підприємства. Окрім видимої шкоди та трагічних смертей людей воєнні дії впливають і на здоров'я українців. А саме: під час вибухів та пожеж на промислових підприємствах у довкілля виділяється значна кількість забруднюючих речовин. Вони отруюють людей та шкодять нашому здоров'ю. Вчені кажуть про коротко – та довгострокові наслідки.

За період бойових дій знищена або пошкоджена більшість підприємств на сході України. Серед них «Азовсталь», Авдіївський, Ясинуватський і Єнакіївський коксохімічні заводи, Єнакіївський металургійний завод, Лисичанський нафтопереробний завод, Донецький казенний завод хімічних виробів, Донецький завод «Точмаш», Слов'янська, Луганська і Курахівська теплові електростанції, севєродонецький «Азот», горлівський «Стирол», «Сумихімпром» та інші. Саме ці підприємства традиційно були серед тих, що становили найбільшу небезпеку для довкілля в Україні. росіяни прицільно били по нафтобазах та нафтопереробних підприємствах майже на всій території нашої країни. Вражали російські ракети і лакофарбові підприємства та склади. Аварії та пожежі на подібних об'єктах завжди є небезпечними для довкілля та здоров'я людей. Саме тому розробляється низка заходів безпеки під час експлуатації та роботи на таких підприємствах у мирний час. Але у воєнний час ці об'єкти стали мішенню для російських ракет.

Забруднення повітря після пожеж внаслідок обстрілів нафтобаз та промислових об'єктів

Під час горіння палива разом з димовими газами в атмосферне повітря виділяються бензапірен, сірчистий і сірчаний ангідриди, оксид вуглецю (IV), оксиди азоту, газоподібні й тверді продукти неповного згоряння палива, сполуки ванадію, натрію та ін. У зоні впливу таких речовин люди відчувають головний біль, нудоту, печіння у горлі, загострення хронічних респіраторних захворювань. Це короткостроковий вплив. Довгострокові наслідки більш різноманітні та обширні і залежать від виду речовин.

Бензапірен – ароматичний вуглеводень, який утворюється під час згоряння вуглеводневого палива. Дуже потужний канцероген та мутаген, тому дим від пожежі на нафтобазі є надзвичайно токсичним.

Діоксид азоту має прямі та опосередковані наслідки для здоров'я людини. Під час вдихання ця речовина легко проникає в організм та абсорбується (поглинається) кров'ю (до 90%), таким чином може потенційно впливати на усі функціональні системи організму. У загальному випадку ця речовина впливає на обмін речовин у легенях, спричиняє запалення та набряк тканин, збільшує вразливість органів дихання до бактеріальних та вірусних

інфекцій [1]. Таким чином, забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту впливає на рівень передчасної смертності від інфекційних та вірусних хвороб легень, особливо у вразливих категорій – немовлят, дітей. Дослідники європейського проекту ARNEA ще у 1996 році виявили, що збільшення концентрації діоксиду азоту у повітрі збільшує на 1,3% ризику щоденної смертності та на 2% природну смертність у містах [2].

Діоксид сірки, або сірчистий ангідрид – це кислий газ, який може поєднуватися з водяною парою в атмосфері, утворюючи сірчисту кислоту та провокуючи ефект «кислотних дощів». Саме тому викиди діоксиду сірки пов'язують з прямими ризиками для біорізноманіття природних екосистем, оскільки «кислі сірчисті дощі» призводять до загибелі лісів та опустелювання територій, наслідком їх дії є хлороз (пожовтіння або знебарвлення листя) і карликовість.

Сірчистий ангідрид є сильним подразником слизових оболонок та дихальних шляхів, особливо у тих, хто страждає на астму та алергічні реакції. Існує зв'язок високих концентрацій діоксиду сірки у повітрі та частоти госпіталізації хворих на астму, а також відвідування відділень невідкладної допомоги. За даними гігієнічних досліджень, після періодів високих концентрацій в повітрі сірчистого ангідриду у частини астматиків спостерігаються несприятливі зміни функції легенів та погіршення респіраторних симптомів. Довготривале забруднення повітря сірчистим ангідридом шкодить дихальній системі людини, порушує функцію легенів та спричиняє хронічні подразнення очей. Запалення дихальних шляхів призводить до кашлю, відділення мокротиння, загострення астми та хронічного бронхіту та підвищує сприйнятливості до респіраторних інфекцій.

Вуглецю оксид – монооксид вуглецю (CO) або чадний газ. Він проникає через тканини легенів і потрапляє у кров, ускладнюючи постачання кисню до клітин організму. Вдихання повітря з високим вмістом оксиду вуглецю спричиняє різні реакції організму людини та тканинну гіпоксію (втрату здатності крові транспортувати кисень). Токсична дія цього газу пов'язана із окислювальним стресом клітин, розвитком запалень, зміною мітохондрій у клітинах, захворюваннями артерій, підвищенням чутливості органів дихання до дії інших забруднювальних речовин [3].

Руйнування нафтопереробних потужностей несе шкоду також для води та ґрунтів. З пошкоджених ємностей паливно-мастильні матеріали потрапляють у ґрунти та ґрунтові води. У ґрунті нафта може перетворюватися у більш токсичні сполуки. Після за ланцюгом ґрунт – рослина – продукти харчування – людина токсичні речовини можуть потрапити до організму людей чи тварин та отруювати його. Під час розливів нафта і продукти її переробки можуть потрапити і до найближчих водойм. На водній поверхні вони утворюють щільну плівку, яка перешкоджає розчиненню кисню. Це призводить до кисневого голоду у тварин та рослин, що мешкають у водоймах, та до подальшої їх загибелі.

Отже, внаслідок вибухів на нафтобазах чи промислових об'єктах, де зберігається вуглеводне паливо, у довкіллі відбувається:

- забруднення атмосферного повітря бензапіреном, сірчистим і сірчанним ангідридами, оксидом вуглецю (IV), оксидами азоту, газоподібними й твердими продуктами неповного згоряння палива, сполуками ванадію, солями натрію та ін.;

- у разі займання – вигорання всієї флори, фауни та біоти ґрунтів;
- забруднення ґрунтів за рахунок проливів;
- адсорбування та накопичення токсичних сполук, порушення аерації та окисно-відновного потенціалу ґрунтів, створення анаеробних умов;

- зміни у морфологічних та водно-фізичних властивостях ґрунту, в результаті – зниження його родючості;

- забруднення ґрунтових та підземних вод за рахунок просочування нафти та палива у ґрунт на глибину більше 50 см;

- забруднення поверхневих вод, адже нафта та паливо можуть потрапляти у прилеглі водойми, вкривати їх щільною плівкою, що призводить до мору риби та загибелі водної рослинності;

- накопичення токсинів в організмі людини, які потрапляють туди трофічними ланцюгами, та спричиняють короткострокові (головний біль, нудота, печіння у горлі, загострення хронічних респіраторних захворювань) та довгострокові наслідки.

Забруднення повітря після пожеж внаслідок обстрілів лакофарбових підприємств та складів

Не менш небезпечними є пожежі на лакофарбових підприємствах та складах, адже шкідливість окремих синтетичних смол, що є компонентами лакофарбових матеріалів (ЛФМ), пов'язана з наявністю в них газуватих мономерів або пластифікаторів. Пігменти, які надають плівці забарвлення, є природними і синтетичними солями металів, металічними порошками чи вуглецем. Всі свинцевовмісні пігменти є високотоксичними речовинами. Вони шкідливо впливають на організм людини при потраплянні всередину через дихальні шляхи разом з твердими частинками фарби. Із пластифікаторів, які призначені для надання плівці еластичності, токсичними властивостями володіють трикрезилфосфат, савол і дибутилфталат.

Дуже часто в якості розчинників використовують органічні речовини, які є леткими легкоспалахуючими безбарвними рідинами з властивими для них специфічними запахами. Від ступені леткості залежить концентрація їх у повітрі і активність розповсюдження. Найбільш токсичними і, в той же час, широко розповсюдженими серед легких розчинників є ароматичні сполуки. Підвищені понад допустимі норми концентрації ароматичних вуглеводнів (а під час пожеж концентрації будуть понаднормовими) викликають функціональні порушення центральної нервової системи (астенію, вегетоневроз, астеновегетативний синдром), які часто передують зміні складу крові [4].

Одна з небезпечних і токсичних сполук, що дуже часто використовується на лакофарбових підприємствах у якості розчинника – нафтовий ксилол. Це

горюча і вибухонебезпечна речовина, пари якої утворюються навіть при від'ємних температурах. У високих концентраціях вони справляють наркотичну дію, подразнюють слизову оболонку очей та шкіру, впливають на психіку. Перші ознаки отруєння ксилолом – головний біль, запаморочення, нудота, слабкість. Подальше перебування в зоні впливу може стати причиною галюцинацій та навіть смерті. Серед наслідків отруєння – сильні головні болі, відсутність смаку, нюху та апетиту.

Ще токсичнішим є *толуол* – безбарвна, летюча, з різким запахом рідина. Він входить до складу багатьох розчинників, лаків і фарб, що є на ринку. Ця речовина впливає на функцію кровотворення організму. Пари толуолу можуть проникати в організм людини через органи дихання, та навіть через неушкоджену шкіру, викликаючи ураження нервової системи, головні болі і безсоння. Вони порушують мозкову діяльність і розумові здібності людини. В результаті тривалого впливу токсичних парів толуолу людина відчуває постійну втому, слабкість, починає гірше бачити, чути і розрізняти кольори. Вдихання парів толуолу під час вагітності підвищує ризик викиднів. Токсична дія може поширитися на дитину під час харчування грудним молоком. Толуол негативно діє на репродуктивну систему та має канцерогенний вплив на організм людини.

У лакофарбовій промисловості використовують ще низку хімічних речовин, які у високих концентраціях під час аварій та внаслідок обстрілів спричиняють серйозну шкоду організму людини та довкіллю. Серед них:

Бутилацетат (бутиловий ефір оцтової кислоти) – безбарвна рідина з ефірним запахом, яку використовують для розчинення полімерів. Подразнює слизові оболонки, може всмоктуватися навіть через неуражену шкіру, викликаючи її сухість. Має наркотичну дію.

Ацетон (*диметилкетон*) – безбарвна рідина з різким характерним запахом. Наркотична речовина, яка вражає центральну нервову систему, пригнічує окислювальні ферменти. Ознаки отруєння – нудота, блювота, болі в животі, можлива втрата свідомості, судоми, ураження нирок, різке підвищення концентрації цукру в крові.

Бутиловий спирт – безбарвна легка рідина. Після аварії буде міститися не лише в атмосферу повітрі, а і у стічних водах поблизу лакофарбового виробництва. Подразнює слизову верхніх дихальних шляхів, шкіру, що призводить до сухості, утворення тріщин та дерматиту, порушує функцію печінки, спричиняє головні болі, безсоння.

Сольвент нафтовий – безбарвна і прозора рідина, яку застосовують для розведення емалей, лаків, олійних фарб, оліфи, ґрунтовок, шпаклівок, бітумних матеріалів, резинобітумних і сланцевих автомобільних мастик. Сольвент вогнебезпечний і токсичний, має наркотичну дію, при потраплянні на шкіру викликає сухість, дерматит, екзему.

Отже, стає зрозуміло, що після обстрілів підприємств на локальному рівні наноситься шкода здоров'ю не лише тих людей, хто безпосередньо постраждав від влучання та пожеж. Наслідки відчувають і ті люди, які знаходяться в зоні

ураження токсичним димом та шкідливими речовинами. Окрім гострих станів існує й відтермінований вплив, тобто наслідки для здоров'я людини, які проявляться з часом.

Відтоді, як українські міста Донецької та Луганської областей захопили російські диверсійні групи, екологічна ситуація в Україні почала погіршуватися. Критичних масштабів вона почала набувати після початку повномасштабного вторгнення, адже військові дії почалися на всій території України. Постійні обстріли та бомбардування завдають критичної шкоди навколишньому середовищу, зокрема призводять до вибухів, пожеж, руйнування промислових об'єктів, забруднення повітря, води та землі.

Саме ці забруднення впливаю на стан екології, забруднення повітря, землі, води тощо. Суттєво впливають на здоров'я і самопочуття українців.

У березні 2022 року у статті для журналу Nature науковці виразили побоювання стосовно того, що війна росії проти України призведе до безпрецедентного поширення інфекційних захворювань, таких як COVID-19, туберкульоз, поліомієліт, кишкові інфекції та гепатити. Через військові дії люди ховаються у бомбосховищах, підвалах, тижнями живуть у метро тощо.

Це гострі кишкові інфекції, які викликаються різними збудниками: вірусами, бактеріями й найпростішими. Є три шляхи їхньої передачі – харчовий, водний і контактано-побутовий. Харчовий є найбільш розповсюдженим: людина інфікується, споживаючи забруднену мікробами їжу, наприклад, овочі чи фрукти. Через воду люди заражаються рідко, переважно це трапляється після аварій на водопровідних та каналізаційних мережах. Війна в Україні спричинила значний негативний вплив на водні ресурси країни. Це призвело до погіршення якості води, загрози питному водопостачанню та довгострокових екологічних проблем. Прямі наслідки бойових дій:руйнування інфраструктури: очисні споруди, водопроводи, каналізаційні мережі, насосні станції та інші об'єкти критичної водної інфраструктури зазнали значних пошкоджень або були повністю зруйновані внаслідок обстрілів, бомбардувань та інших бойових дій. Це призвело до скидання неочищених стічних вод у водойми, витоків небезпечних речовин та перебоїв у водопостачанні.

Забруднення: бойові дії спричинили потрапляння у воду значної кількості забруднюючих речовин, таких як:

- нафтопродукти: Внаслідок пошкодження нафтосховищ та нафтопроводів у воду потрапили тонни нафти та дизельного палива.
- важкі метали: Обстріли та руйнування промислових підприємств призвели до вивільнення у воду хімічних речовин, важких металів та інших токсичних сполук.
- бойові речовини: Існує ризик потрапляння у воду бойових отруйних речовин, що може мати катастрофічні наслідки для довкілля та здоров'я людей.

Військові, представники тероборони та цивільні громадяни України отримують множинні відкриті травми під час запеклої війни.

В теперішніх умовах ризик підхопити таку інфекційну хворобу, як-от правець, значно вище. Правець або "хвороба босих ніг" – інфекція, що потрапляє до організму через відкриті рани та внаслідок укусів тварин чи ушкоджень гострими предметами або уламками деревини.

Якщо вчасно не обробити рану та не зробити щеплення, людина може померти від ускладнень. Правець – це захворювання, яке вражає центральну нервову систему. Проявляється через судом, м'язові спазми, сильний головний біль, лихоманку та надмірне потовиділення. Все це відбувається на тлі постійного напруження скелетних м'язів.

Збудник хвороби – бактерії *Clostridium tetani* – живуть у ґрунті та кишковому тракті тварин. Інфікуватися правцем можна при потраплянні бруду у відкриту рану або поріз, укусі тварини, травмуванні гострими предметами або уламками деревини. Симптоми зазвичай з'являються з 3 по 21 день після зараження. Хвороба не передається від людини до людини. Найкращий захист від правця – вакцинація.

Доступ пацієнтів з туберкульозом до медичної допомоги в умовах війни. Через розгортання активних бойових дій, особливо в східних та південних областях країни, багато людей евакуювалися до більш спокійних регіонів. Звісно, серед них були і люди, які лікують туберкульоз. За попередніми даними, людей з туберкульозом серед ВПО близько 300. Одна з проблем, яка постала перед ними і перед протитуберкульозною службою, — забезпечення доступу до терапії на новому місці перебування. Адже для подолання туберкульозу питання регулярності прийому препаратів є принциповим. Підхід до такої ситуації був знайдений оперативно. Вся система була адаптована до викликів війни і будь-який пацієнт з туберкульозом міг звернутися до найближчого протитуберкульозного закладу того регіону, куди він евакуювався. За наявності проблем з транспортним сполученням і доставкою ліків, свою підтримку пропонують неурядові організації.

Під час війни ймовірність того, що ви випадково будете контактувати з кров'ю, значно зросла – а отже, збільшився ризик захворіти на гепатит В. Щеплення від гепатиту В почали робити тільки з 2000 року, тож якщо ви народилися раніше й досі не вакциновані, розповідаємо, що робити. Гепатит В – вірусне захворювання, яке вражає печінку. Вірус потрапляє в організм через кров, сперму або інші виділення. Існує два можливих сценарії перебігу хвороби. Перший – гостра форма: протягом перших шести місяців імунна система самостійно справляється з недугою. Другий – хронічна форма. У такому разі вірус залишається в організмі й може вплинути на роботу печінки, зокрема викликати більш серйозні захворювання, такі як печінкова недостатність, цироз або рак печінки.

Холера є небезпечним інфекційним захворюванням, на яке людина може захворіти після вживання води чи їжі, зараженої бактерією *Vibrio cholerae*.

Про те, яких правил слід дотримуватися, аби уникнути захворювання, у Фейсбуці повідомляє Міністерство охорони здоров'я, передає Укрінформ.

"Холера передається фекально-оральним шляхом від людини до людини, частіше при вживанні забрудненої води, овочів, фруктів, при купанні, а також через їжу і при побутових контактах. Без належного лікування може призвести до смерті. При ранній діагностиці і правильному лікуванні холера виліковна. При перших симптомах слід негайно звернутися до лікаря", - йдеться у повідомленні.

Як зазначають в МОЗ, джерелом збудника інфекції є людина, що захворіла, або носій вібріонів.

Холерний вібріон може жити:

- у забрудненій воді при низьких температурах та у морській воді – 2 тижні і більше;
- у харчових продуктах при кімнатній температурі протягом 2-5 днів;
- на поверхні плодів і овочів в умовах сонячного освітлення впродовж 8 годин;
- у кишківнику окремих річкових та морських тварин – декілька місяців.

Дизельні та паливні генератори, не так давно в Україні запроваджувалися аварійні та віялові відключення світла, а масові ракетні обстріли призводили до блекаутів. Тоді бізнеси та українці були змушені використовувати альтернативні джерела електроенергії – дизельні або бензинові генератори. Двигуни внутрішнього згоряння, які використовуються у генераторах, забруднюють довкілля шкідливими речовинами (оксид вуглецю, чадний газ, сажа, оксиди азоту та дрібнодисперсний пил), які впливають на здоров'я людей. Серед уразливих категорій – люди, які хворіють на гострі респіраторні захворювання, люди з астмою або із захворюваннями серця. Також дрібнодисперсний пил здатен проникати в кров, судини, легені та може чинити негативний вплив на роботу мозку і нервової системи, сприяти розвитку хронічних захворювань.

Деонація боєприпасів, артилерійських снарядів та мін утворює низку хімічних сполук – чадний і вуглекислий газ, водана пара, оксид азоту, азот тощо. Також випаровується низка токсичних елементів, наприклад, оксид сірки й азоту, які під час окислення можуть призвести до кислотних дощів. Це може спричинити опіки рослин, слизових тканин дихальних органів людини, і т.д.

Висновок. Військове вторгнення РФ суттєво вплинуло на життя та здоров'я українців. У громадян України наразі не в пріоритеті профілактичні огляди та скринінги, тому є ризик потенційного збільшення хвороб із запущеними стадіями розвитку. Важко навіть уявити скільки часу потрібно на очищення та відновлення наших земель, водних ресурсів та повітря. Проте зрозуміло вже зараз – наслідки цієї війни кожен українець відчуватиме на собі дуже тривалий час. Екологія та її вплив на здоров'я кожного українця є однією з проблем післявоєнного відновлення в Україні, яка потребує спільних зусиль для її подолання.

Список використаних джерел

1. ПТСР та загострення хронічних хвороб: як війна вплине на здоров'я українців. <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/01/infografika/suspilstvo/ptsr-ta-zahostrennya-xronichnyx-xvorob-yak-vijna-vplyne-zdorovya-ukrayincziv>
2. Сенаторова О.В. Права людини і збройні конфлікти: навчальний посібник. Київ. 2018. 208 с.
3. Державна установа «Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України». 2024. (дата звернення 05.09.2024)
4. Забруднення атмосферного повітря: вплив на стан здоров'я людини. Контекст війни. «Досить труїти Кривий Ріг», 2023.

Ірина БЕГАР⁵⁴,
студентка магістратури 2-го року,
факультету екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДИ РІЧКИ СНИВОДА

***Анотація.** Річка Снивода та її долина являють собою невід'ємну частину екомережі, діяльність якої спрямована на відтворення та збереження екосистем. Вона відіграє важливу функціональну роль в біосфері як регуляторна система, джерело природних рослинних ресурсів, шляхи міграції видів. У обмежених місцевостях з надмірно трансформованим та фрагментованим рослинним покривом річка та її долина залишаються єдиними екосистемами з природною та напів природною рослинністю.*

***Abstract.** The Snyvoda River and its valley are an integral part of the eco-network, the activities of which are aimed at the reproduction and preservation of ecosystems. It plays an important functional role in the biosphere as a regulatory system, a source of natural plant resources, and species migration routes. In limited areas with excessively transformed and fragmented vegetation, the river and its valley remain the only ecosystems with natural and semi-natural vegetation..*

***Вступ.** Малі річки – один із важливих компонентів природного середовища, вони мають велике значення у житті та господарській діяльності людей. Їхні водні ресурси є складовою частиною загальних водних ресурсів і часто бувають основним, а інколи і єдиним джерелом місцевого водозабезпечення, що визначає розвиток і розміщення місцевих водокористувачів.*

⁵⁴Науковий керівник: Ткачук О.П., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ

Малі водотоки і річки формують водні ресурси, гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок, є складовими природних ландшафтів, сприяють господарській діяльності населення. Недарма у народі кажуть: «Ріки не лише поють, а й годують, бережімо їх!»

У Вінницькій області протікає 241 річка, яка належать до басейну рік Південного Бугу, Дністра та Дніпра.

Виклад основного матеріалу. Снивода – річка в Україні, у межах Хмільницького та Калинівського районів Вінницької області, ліва притока Південного Бугу (басейн Чорного моря).

Довжина 58 км, площа басейну 906 км². Долина V-подібна, завширшки 0,7-1 км, місцями до 1,8 км. Заплава двобічна, заболочена, завширшки від 100-300 м до 1 км. річище слабовживисте, завширшки 5-10 м, у пониззі – до 50 м, завглибшки 0,2-0,3 м. Похил річки 0,84 м/км. Має рівнинний характер. Споруджено ставки та водосховища [1, 2].

Снивода бере початок біля села Мар'янівка. Тече в північно-східній частині Подільської височини переважно на південний схід (місцями на схід або південь). Впадає до Південного Бугу біля південно-західної околиці села Іванів.

Основні притоки: Ліві: Сальницька, Брод, Витхла, Руда, Батіжок. Праві: Струмок Хвоста, Пиківка. Найближчі населені пункти до річки: села Кривошії, Шепіївка, Пиків, Іванів, Жигалівка, Уланів.

Снивода має переважно снігове й дощове живлення і належить до типу рівнинних. Вона протікає по системі розложистих балок з пологими схилами; рельєф місцевості має вигляд хвилястої рівнини. Поширені в цьому районі піщано-галькові відклади.

Для річки в цілому характерний значний похил русла. У зв'язку з цим і течія на ділянках де відсутні ставки, швидка (0,2-0,7 м/сек). Русло на цих ділянках звивисте. У деяких з них є пороги. Переважають глибини 0,3-0,8 м, на ставах вони збільшуються до 1,5-4 м.

Наприкінці листопада – на початку грудня починається льодоутворення, яке іноді розтягується на 1-1,5 місяця. У зв'язку з тим, що взимку на Вінниччині здебільшого бувають відлиги, річка, на ділянках між ставами, протягом зими кілька разів скресає і звільняється від льоду. Танення льоду на річках починається вже наприкінці лютого – на початку березня.

Долина річки має ширину від 1 до 2 км. В заплаві річки здебільшого переважають луки, сільгоспугіддя, чагарники, іноді – болота. Луки осушені і використовуються для випасу худоби. Спостерігається пасовищна дигресія III ступеня – травостан низький (до 5 см заввишки) з проектним вкриттям 70 – 80%, складений видами, найстійкішими до витоптування (конюшина повзуча, подорожник великий, райграс багаторічний, пирій звичайний, спориш звичайний тощо).

Річка перетворена на каскад ставів. Природне русло річки збереглося на невеликих ділянках між нижнім б'єфом греблі попереднього ставу та верхів'ями наступного ставу. Наявність значної кількості ставів та відповідно здійснення

рибного господарства призвело до зарегульованості водного стоку річки, замулення її джерела та русла.

Снивода є частиною цілісного річкового комплексу річки Південний Буг з унікальним видовим складом флори та фауни. Рослинність характеризується наявністю водних, водно-болотних видів, чагарників та дерев, лучних і рудеральних видів, а також сегетальних бур'янів. Унікальний видовий склад іхтіофауни виконує свою роль у сезонних міграціях риби, нагулі косяків в межах басейну річки. Територія підтримує існування значної кількості водно-болотних видів птахів під час весняної та осінньої міграції.

Річка Снивода помірно забруднена. Якість води протягом останніх 10 років залишається стабільною, без суттєвих змін і в цілому може вважатись задовільною. За даними відділу аналітичного контролю вода річки за більшістю показників відповідає встановленим нормам, вміст більшості забруднюючих речовин не перевищує гранично допустимі концентрації для водойм господарсько-побутового та рибогосподарського призначення. Річка Південний Буг та її притоки забруднювались сполуками заліза (перевищення гранично допустимої концентрації зафіксовано практично для усіх створів) [1, 2].

Головні види сільськогосподарської діяльності на долинах річки – випас рогатої худоби, вигул домашньої птиці. Ділянки прилеглих луків на початку осіннього періоду деградовані в результаті перевипасу худобою та гусьми. Майже у кожному дворі в селах, що оточують водойму, є по дві – три голови великої рогатої худоби та 20 – 30 гусей.

Річка Снивода використовується на технічне й сільськогосподарське водопостачання, рибництво. У прибережних смугах здійснюється господарська забудова, розорюються землі.

Підприємств-безпосередніх водокористувачів малої річки Снивода немає. Водночас водозабір та скид стічних вод у річку здійснюють мешканці приватних домоволодінь. Вода її забруднюється переважно сільськогосподарським стоком (особливо активно за останні десятиліття). До його складу входять завислі частки, розчинені мінеральні та органічні речовини.

Основними чинниками несприятливого впливу на екологічний стан малої річки Снивода в межах її території, включаючи зміни в природокористуванні або проекти розвитку території її меж, а також на суміжних землях в зоні впливу:

- скидання неочищених або недостатньо очищених стоків мешканцями найближчих населених пунктів;
- висока зарегульованість водного стоку більшості річок, які є притоками р. Снивода (перевищення дозволеного рівня);
- розташування в басейні водозбору необлаштованих місць зберігання невизначених хімічних речовин (мінеральних добрив, гербіцидів, пестицидів);
- засміченість берегів водних об'єктів твердими побутовими відходами;
- розташування гноярок та вигрібних ям в домогосподарствах в межах прибережної захисної зони;

- ведення заборонених видів землекористування в прибережній захисній зоні (розорювання долини, розташування біля річища літніх таборів великої рогатої худоби);

- забудова прибережної захисної зони.

Постійно зростаючі сільськогосподарське та побутове забруднення, розорювання водозборів і заплав, зарегульованість річки, замулення її джерела та русла, знищення лісів у долині річки сприяють погіршенню якості води, можуть вплинути на її деградацію, в тому числі загрожують повному зникненню.

На даний час унаслідок наявності вищевказаних факторів негативного впливу на екологічний стан річки зникли санітари річок – раки, міліють і поступово зникають притоки Сниводи. Цвітіння води річки триває майже весь теплий період року.

З метою покращення екологічного стану малої річки Сниводи необхідно:

- органам влади розробити програму водоохоронних заходів, головною метою якої має бути винайдення і знешкодження джерел забруднення водного об'єкту;

- мешканцям прилеглих приватних територій, керівникам сільськогосподарських підприємств, організацій необхідно упорядкувати свої території, прилеглі вулиці, склади мінеральних добрив та отрутохімікатів, а також гноєсховища, припинити будь-який випуск неочищених стоків у басейн річки Снивода.

Висновки. Річка Сниводата її долина являють собою невід'ємну частину екомережі, діяльність якої спрямована на відтворення та збереження екосистем. Вона відіграє важливу функціональну роль в біосфері як регуляторна система, джерело природних рослинних ресурсів, шляхи міграції видів. У обмежених місцевостях з надмірно трансформованим та фрагментованим рослинним покривом річка та її долина залишаються єдиними екосистемами з природною та напівприродною рослинністю.

Список використаної літератури

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://mep.gov.ua/&ved=2ahUKEwj7Y3sqPGHAXWWVvEDHed4BV4QFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1VN-tavcFiaZSbdXWUMDid>(дата звернення 12.08.2024).

2. Офіційний сайт Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://buvrpb.davr.gov.ua/&ved=2ahUKEwjO4qmcj7aIAxW2BNsEHRHQGMwQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw37Aim5pvQalyKNfX7Lkuq->(дата звернення 09.09.2024.).

Анастасія ВЕРЕМЧУК⁵⁵,
студентка 2 курсу,
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕМ ТЕХНОЛОГІЇ

Анотація. У даній статті розглянуті теоретичні та практичні аспекти застосування технології ЕМ. На теоретичному рівні розглянуті основи біології ЕМ-мікроорганізмів, їхні властивості та механізми дії, на практичному рівні – методи застосування технології ЕМ у вирішенні проблеми забруднення штучних водойм. Доведено, що технологія ЕМ є перспективною технологією, яка дозволяє очистити штучні водойми від різних видів забруднення. Встановлено яким чином забруднюються штучні водойми, як це проявляється і які ж головні причини цього забруднення.

Ключові слова. Штучна водойма, забруднення, евтрофікація, ЕМ технологія, очищення, мікроорганізми.

Annotation. This article deals with the theoretical and practical aspects of EM technology application. At the theoretical level, the basics of the biology of EM microorganisms, their properties and mechanisms of action are considered. At the practical level, the methods of applying EM technology in solving the problem of pollution of artificial water bodies are considered. The article shows that EM technology is a promising technology that allows cleaning artificial water bodies from various types of pollution. It was clarified how artificial reservoirs are polluted, how it manifests itself and what are the main causes of this pollution.

Key words. Artificial reservoir, pollution, eutrophication, EM technology, EM preparations, cleaning, microorganisms.

Вступ. Ставки – це штучні та природні водойми (Рис. 1). Природні ставки завжди мають вхід і вихід, щоб забезпечити водообмін. Вода очищується спеціальними мікроорганізмами. Садові ставки – це штучні водойми без входу і виходу. З цієї причини зрозуміло, що для підтримки біологічного балансу садового ставка потрібен особливий догляд. Якщо за ним не доглядати, або якщо не знати, яких заходів вжити, водорості не тільки замулюють воду у ставку, але й позбавлять задоволення від насолоди власним водоймищем.

⁵⁵Науковий керівник: Аралова Т.С., кандидат с.-г.н., старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ



Рис. 1. Садовий ставок

Каламутність ставкової води спричиняють мікроскопічні водорості, так званий фітопланктон. Причиною масового розростання водоростей є надмірна присутність поживних речовин у ставку. Рослини у ставку не можуть їх адекватно використовувати, а існуючі мікроорганізми не можуть їх розщеплювати. Тому в ставках постійно ростуть рослини, в тому числі і водорості. У ставках, в основному, саме поживна речовина фосфат визначає силу росту рослин, в залежності від його концентрації. Вважається, що евтрофікація відбувається, коли ця дана речовина накопичується у воді. Висока популяція водоростей є маркером того, що є багато мертвих органічних речовин, які осідають на дно водойми. Мікроорганізми використовують кисень для її розщеплення. Якщо органіки багато, то споживається велика кількість кисню. І тоді настає час діяти! Інакше вміст кисню у воді може настільки знизитися, що знову почнуть мобілізуватися поживні речовини з осаду і виділятися у воду. Виникає замкнене коло, яке може призвести до «замора» водойми. Цей термін, що використовується в розмовній мові, описує загибель аеробних організмів, таких як риби та рослини.

Проблема застосування технології ефективних мікроорганізмів (ЕМ) включає теоретичні та практичні аспекти. На теоретичному рівні важливо розглядати наукові засади функціонування ЕМ, їх взаємодію в різних середовищах та стандартизацію продукції. Також необхідно враховувати вплив ЕМ на рослини і тварини, що населяють водойму та екологічний аспект застосування. З практичної точки зору, дослідження ефективності ЕМ у вирішенні проблеми забруднення ставка важливо для визначення їхнього впливу на рослинний і тваринний світ цієї водойми та якості продукції. Крім того, вивчення можливостей застосування ЕМ в інших галузях, таких як відходове управління та очищення стічних вод, також є актуальним. Економічний аналіз і соціальні впливи використання технології ЕМ також важливі для повноцінного оцінювання цієї технології і її майбутнього впровадження [1].

За останні 30 років у різних країнах світу виникли й успішно розвиваються цілі галузі промислового виробництва мікробіологічних препаратів для сільського господарства. Науково-технічні досягнення у галузі виробництв мікробних препаратів характеризуються розширенням їхнього асортименту. Ці препарати засновані і розроблені у 1970-х роках ТеруоХіга, японським садівником і науковцем. ЕМ-препаратами називають мікробні

інокулянти, які містять широкий спектр корисних і непатогенних аеробних та анаеробних мікроорганізмів. Вони охоплюють такі великі групи мікроорганізмів як фотосинтезуючі бактерії, молочнокислі бактерії, дріжджі, актиноміцети та інші мікроорганізми, які зазвичай, доступні у вигляді рідкої суспензії, отриманої в результаті природного процесу ферментації [2, 3].

ЕМ-технологія, виникла в Японії, отримала визнання як ключовий компонент національних стратегій у багатьох країнах, зокрема в США, Канаді, Німеччині та інших. Зростає кількість країн, які активно впроваджують цю технологію. Органічне сільське господарство широко поширюється, особливо в Європі, Північній Америці та Австралії. Наприклад, за останні 15 років в країнах ЄС кількість органічних господарств зросла більш ніж в 20 разів. В Австрії, Італії та Данії частка органічного землеробства вже перевищує 5%. Державні субсидії для органічного сільського господарства також значно зросли, підтримуючи фермерів, що застосовують ЕМ-технологію, і досягаючи суттєвого впливу на економіку цих країн.

Ефективні мікроорганізми, або ЕМ – це змішані культури корисних мікроорганізмів з переважанням фотосинтезуючих, молочнокислих бактерій і дріжджових грибків. Це стійке співтовариство аеробних і анаеробних видів, в якому продукти життєдіяльності одних мікроорганізмів стають їжею для інших.

Ефективні мікроорганізми можуть усунути причини появи водоростей та каламуті у садовому ставку. Залежно від стану ставка, результат може стати помітним лише після кількох застосувань, проте він є значно більш довготривалим порівняно зі звичайними засобами проти водоростей. ЕМ впливають на мікробіологію ставка і можуть, починаючи з цього найменшого рівня, відновити всю біологічну рівновагу [4].

Ефективні мікроорганізми запобігають гниттю органічної речовини, прискорюють її розклад і підтримують корисні бактерії ставка. Зокрема, значно збільшується кількість очищувальних бактерій, яких у штучному ставку природним чином занадто мало. Збільшується здатність ставка до самоочищення. Якщо органічні та неорганічні сполуки завдяки ЕМ розкладаються швидше, гниття запобігається, а вода не забруднюється токсичними речовинами або додатковими поживними речовинами. Якщо ж у осаді відбувається гниття, коріння рослин, що оселилися в ставку, не можуть оптимально розвиватися. Отже, вони також витягують з води менше поживних речовин. Про те, що відбувається гниття, свідчить неприємний запах, якщо підняти рукою трохи відмерлої рослинної маси. Особливо ефективними проти надмірної кількості водоростей є ефективні мікроорганізми завдяки тому, що вони сприяють розкладу фосфату і таким чином усувають причину росту водоростей. Саме в цьому полягає принципова відмінність ЕМ від хімічних засобів проти водоростей. Ці засоби забезпечують чисту воду, оскільки руйнують клітинну структуру водоростей, але причина росту водоростей не змінюється, і вода незабаром знову каламутніє. Навіть у ставках, де евтрофікація вже досягла значної стадії, застосування ЕМ є корисним. Вміст кисню у воді стабілізується, і можна запобігти «замору» водойми [5].

Зокрема, завдяки розкладу фосфатів ЕМ допомагають регулювати причину росту водоростей. Однак вони не можуть вплинути на те, чому у ставку виникає надлишок поживних речовин. Тому причину накопичення поживних речовин у ставку слід виявити та усунути, якщо можливо. В іншому випадку ефективні мікроорганізми можуть лише обмежити шкоду, але ніколи не відновлять екологічну рівновагу в ставку. Можливими причинами надлишку поживних речовин можуть бути: замало або неправильно підібрані рослини для ставка; занадто багато рослин у ставку; занадто багато риби; риби отримують занадто багато корму, який не з'їдається і осідає на дно; конструктивні недоліки (наприклад, великий приплив поверхневих вод); часта заміна води / часткова заміна води водопровідною водою (надто багата на поживні речовини!); інтенсивне опадіння листя восени [6].

Багато можливих причин накопичення поживних речовин у воді ставка можна легко усунути без необхідності вносити конструктивні зміни. Це слід враховувати при догляді за ставком. Потрібно регулярно видаляти відмерлі рослинні залишки. Правильний підбір рослин для ставка має вирішальне значення для споживання поживних речовин і загальної екології ставка. Сітки восени запобігають потраплянню великої кількості листя на дно ставка. Популяція риби має бути якомога меншою. Кормове кільце для риби запобігає неконтрольованому осіданню залишків корму. Годувати слід не частіше ніж двічі на тиждень і лише стільки, скільки буде з'їдено за 15 хвилин. Слід уникати заміни води. У разі необхідності доливайте дощову воду. Крім того, доцільно придбати водяний фільтр, якщо його ще немає. Фільтр заселяється ефективними мікроорганізмами. У фільтрі утворюється так звана біоплівка з очищувальних мікроорганізмів. Таким чином, він сам довше залишається чистим, а вода в ставку постійно контактує з очищувальними мікроорганізмами. Створений рух води імітує вхід і вихід у природних ставках/озерах і сприяє всій системі [7].

Для обробки ставка продуктами ЕМ доступні такі продукти:

- ЕМ-Агро;
- ЕМ-агропорошок;
- ЕМ-кульки.

ЕМ-Агро – багатокomпонентний мікробний препарат, в основі якого 4 штами мікроорганізмів: фотосинтезуючі–1, молочнокислі–2, дріжджі. Його застосовують у заростях берегової зони біотопу або плавального ставка в пропорції приблизно 1:20000. Мікроорганізми попадають в воду і в процесі розмноження споживають органіку ставка чим припиняють розвиток шкідливої мікрофлори. Регенеративні сили води посилюються через:

- стимулювання розвитку корисних мікроорганізмів;
- покращення якості води;
- ефективне розкладання органічних речовин;
- зменшення мулу, водоростей та донних відкладень;
- збільшення прозорості води.

Рекомендації щодо застосування:

Перша обробка рекомендується за температури води від 5–8 °С. Дозування: 1 л на 20 000 л води в ставку. Після першого застосування на 3–4 день в ставку можна спостерігати активні зміни, ще через 1–2 доби вода стає помітно прозорішою. Надалі для підтримання корисної мікрофлори рекомендується внесення препарату 1:400000 один раз на місяць.

У ЕМ-Агро вже оптимально поєднані ефективні мікроорганізми для роботи у водоймах. Але іноді системи бувають особливо забрудненими, і тут фотосинтезуючі бактерії (*Rhodospseudomonas palustris*), що містяться в препараті, зі своїми різноманітними фізіологічними властивостями, надають додаткову дію. Вони заселяють різноманітні середовища: водойми, рослини, ґрунти, гнойові ями тощо. Можуть існувати і розмножуватися як з киснем, так і без нього, з світлом і без світла. Здатні переробляти багато різних молекул. Розкладають багато шкідливих речовин, які інші бактерії виділяють як продукти метаболізму і не можуть використовувати далі (шкідливі речовини, наприклад, леткі жирні кислоти, амоній, нітрит або органічні кислоти).

Стан води ставка до обробки ЕМ-Агро (Рис.2):



Рис. 2. Ставок до обробки ЕМ-Агро

Стан води ставка через 4–5 днів після обробки ЕМ-Агро (Рис. 3):



Рис. 3. Садовий ставок після обробки ЕМ-Агро

ЕМ кульки використовуються для розкладання донних відкладень та гниття у стоячих і проточних водоймах. Вони опускаються на дно водойми і розпадаються там. Особливо підходять для цільового застосування у проблемних зонах водойми, де необхідно постійно розкласти стійкі, товсті осади. Осади складаються з нерозкладеного органічного матеріалу, такого як

листя, водорості або відмерлі мікроорганізми. Причина утворення цього шару мулу майже завжди полягає в тому, що утворюється більше органічного матеріалу, ніж мікроорганізми у ставку можуть переробити і розкласти. Тому ЕМ-кульки слід використовувати в поєднанні з рідкими продуктами для догляду за ставками, щоб запобігти утворенню нових відкладень. Вони зменшують донні відкладення та гниття; покращують якість води та підтримують корисні бактерії ставка; зберігають життєздатність риб; сприяють розкладанню органічних і неорганічних сполук; запобігають або усувають евтрофікацію.

Висновки. Каламутність ставкової води спричиняють мікроскопічні водорості, так званий фітопланктон. Причиною масового розростання водоростей є надмірна присутність поживних речовин у ставку. Ефективні мікроорганізми, або ЕМ – це змішані культури корисних мікроорганізмів з переважанням фотосинтезуючих, молочнокислих бактерій і дріжджових грибків. Ефективні мікроорганізми – це група мікроорганізмів, що мають регенеруючу здатність щодо забруднень водоймищ. До ЕМ мікроорганізмів відносять: фотосинтезуючі бактерії, дріжджові гриби та молочнокислі бактерії. За допомогою ЕМ технології можна частково очистити водойму та запобігти її забрудненню.

Список використаної літератури

1. International EM-MudballDay/ PitMau. EMJournal. 2013. С. 6–9.
2. Яковлева А. В., Селіверстов М. О. Застосування ЕМ-технології для очистки міських стічних вод від біологічних забрудників: Київ. 2011. С. 84-85.
3. Higa, T. Effectivemicro-organisms – a new dimension for nature farming: USA. 2004. 20–22.
4. Національні рухи зберігаючого землеволодіння. ТеруоХігаі його ефективні мікроорганізми. URL: http://rmrl.ru/blog/post_110/. (Дата звернення: 10.09.2024)
5. Eurohouse. (2018). Способи очищення води в штучному водоймі. URL: <https://eurohouse.ua/ua/statti/4-sposoba-ochistki-vody-viskusstvennom-vodoeme>. (Дата звернення 05.09.2024)
6. Talaiekhosani, S., Rezania Application of photosynthetic bacteria for removal of heavy metals, macro-pollutants and dye from wastewater: 2017. С. 312–321.
7. Wang, Y., Qiu, L., Hu, M. (Eds.) Application of yeast in the wastewater treatment, E3S Web of Conferences: 2018.

Вікторія ЧУМАЧЕНКО⁵⁶,
студентка 3-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛІСІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. Ліс, як відомо, – це легені нашої планети. Без зростаючих зелених рослин людство буде приречене на раптову загибель, адже нам просто не вистачить кисню, такого необхідного для дихання. Також ліс є годувальником і лікарем для людини. Тут можна знайти їстівні гриби, ягоди, горіхи та різноманітні трави, що володіють цілющими властивостями. Крім того, в лісі на законних підставах мешкають різні види диких тварин, птахів, риб. Лісові ресурси є національним надбанням кожної країни, тому слід приділяти особливу увагу їх захисту. Люди часто приходять до лісу аж ніяк не з благими намірами. У гонитві за прибутком вони роблять незаконні вирубки, займаються браконьєрством, руйнують ґрунт, забруднюють водойми. В результаті порушують важливу природну рівновагу, що самим негативним чином відбивається на екології та, відповідно, на людському здоров'ї. Саме тому влада будь-якої держави повинна розробляти ефективні заходи з охорони лісу та екології, справедливо караючи всіх винуватців у знищенні зеленої природи.

Annotation. *Forests, as you know, are the lungs of our planet. Without growing green plants, humanity will be doomed to sudden death because we simply will not have enough oxygen, which is necessary for breathing. Also, the forest is a provider and a doctor for man. Here you can find edible mushrooms, berries, nuts, and various herbs with healing properties. In addition, various species of wild animals, birds, and fish live in the forest on legal grounds. Forest resources are the national property of each country, so special attention should be paid to their protection. People often come to the forest with no good intentions. In the pursuit of profit, they carry out illegal logging, engage in poaching, which does not restore the production of forest areas, destroys the soil, and pollutes water bodies. As a result, an important natural balance is disturbed, which has the most negative impact on ecology and, accordingly, on human health. That is why the authorities of any state should develop effective measures for the protection of forests and ecology, fairly punishing all those responsible for the destruction of green nature*

Вступ. За 75 років на Вінниччині створено більше 176 тисяч гектарів лісів. 70% лісів Вінниччини – рукотворні діброви. В умовах глобального

⁵⁶Науковий керівник: Ткачук О.П., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ

потепління, масового всихання лісів вінницькі лісівники успішно створюють та формують лісонасадження за участю більш посухостійких деревних порід.

Загальна площа лісів області – 366,4 тис. га, з них 218,8 тис. га – ліси Вінницької філії ДП «Ліси України». Найбільший відсоток лісових угідь із 11 держлісгоспів має ДП «Могилів-Подільський лісгосп» (14,4 %), а найменший – ДП «Дашівське ДЛМГ» (2,7 %). Найвищий відсоток лісистості серед колишніх адміністративних районів має Чечельницький (24,4%), а найменший – Козятинський район (4%), що пов'язано з традиційним аграрним призначенням земель [1].

У 1991 році лісистість Вінницької області складала близько 11%. Нині на Вінниччині заліснено 13,8 % від загальної території, а має бути 15 % (мінімально оптимальна наукова норма), а то й 20 %. Для досягнення оптимального рівня в області потрібно створити щонайменше 30 тисяч гектарів лісів. Держпідприємства лісового господарства Вінниччини мають усі ресурси для як найшвидшого і якісного заліснення Вінниччини до оптимального рівня: це достатня кількість садивного матеріалу, що вирощується у власних теплично-парникових господарствах лісгоспів, це досвід професійних лісівників, поєднаний із сучасними науковими підходами, це матеріально-технічна база. Лісівники можуть щорічно створювати нові ліси на площі 2-3 тис. га. За підрахунками фахівців, з 1944 року на Вінниччині створено 176 тис. га лісів. За роки незалежності ця цифра сягає 12 тис. га.

Вінниччина – традиційно аграрний регіон, тому природним є фактор лісодефіцитності (11 місце серед областей в Україні за площею лісового фонду). На одного жителя області припадає 0,21 га лісу (в середньому по Україні цей показник становить 0,16 га, хоча у деяких країнах Європи – значно вищий).

Щороку лісгоспи Вінниччини висаджують більше 6 млн. майбутніх дерев на площі більше 1000 га. Навесні 2019 року проведено відтворення лісів на площі 1076 га. Якщо поррахувати кількість нових дерев у розрахунку на населення Вінниччини (1,6 млн. осіб станом на 2018 рік), то це всередньому 4 саджанця на 1 людину.

Головною породою при створенні лісових культур залишається традиційний для подільських дібров, дуб звичайний. Цього року його висадили на площі 872 га, що становить майже 87 % від загальної кількості. Висаджують в області також горіх чорний, сосну звичайну, дуб червоний, модрина європейську та дугласію.

Долучаються до благородної справи і жителі області. Так, у рамках проведення Всеукраїнської акції «Майбутнє лісу – в твоїх руках» протягом березня та квітня у посадці молодого лісу беруть участь усі бажаючі. У спільних заходах зі створення лісів взяли участь більше 5000 представників влади, громадських організацій, журналістів, членів учнівських лісництв, студентів. Всього посаджено 156 га лісів, проведено 200 лісівничо-просвітницьких заходів.

Виклад основного матеріалу. Вінниччина розташована в зоні мішаних лісів, тому її лісовий покрив досить різноманітний. Основними лісоутворюючими породами в регіоні є:

- **Дуб:** Ця порода є однією з найпоширеніших на Вінниччині. Дуби створюють як чисті, так і змішані насадження з іншими листяними породами.
- **Граб:** Часто зустрічається разом з дубом, утворюючи дубово-грабові ліси. Граб відзначається високою тіневитривалістю і добре поновлюється.
- **Сосна:** Хоча Вінниччина більше відома своїми листяними лісами, сосна також зустрічається, особливо на піщаних ґрунтах і в більш північних районах області.
- **Ялина:** Ця хвойна порода зустрічається рідше, ніж сосна, і зазвичай утворює невеликі островці серед листяних лісів.
- **Береза:** Берези часто зустрічаються на порубках і галявинах, а також утворюють чисті насадження на більш вологих ґрунтах.
- **Вільха:** Ця порода віддає перевагу вологим місцям і часто росте по берегах річок і озер.

Помірно континентальний клімат Вінниччини з достатньою кількістю опадів сприяє росту як листяних, так і хвойних порід. Різноманітність ґрунтів (сірі лісові, чорноземи) забезпечує умови для зростання різних видів дерев. Поєднання рівнин і пагорбів сприяє формуванню різноманітних лісових екосистем [2].

Ліси Вінниччини виконують важливі екологічні, економічні та соціальні функції:

- Ліси регулюють водний баланс, запобігають ерозії ґрунтів, очищають повітря.
- Ліси є джерелом деревини, лікарських рослин, грибів і ягід.
- Ліси використовуються для відпочинку та туризму.

Неконтрольована вирубка лісів призводить до зменшення лісових масивів і погіршення екологічної ситуації. Лісові пожежі завдають значних збитків лісовому господарству. Шкідники і хвороби дерев можуть призводити до масової загибелі лісів.

Виходячи з вимог діючого законодавства та екологічних реалій сьогодення, основними пріоритетами ведення лісового господарства України є:

- Збільшення лісистості території.
- Нарощування природоохоронного та ресурсного потенціалу лісів, збереження біологічного різноманіття лісових екосистем.
- Підвищення стійкості лісових екосистем до негативних факторів навколишнього середовища, зміни клімату, зростаючого антропогенного навантаження, лісових пожеж, хвороб та шкідників лісу.
- Розширення застосування методів раціонального використання лісових ресурсів, підвищення продуктивності, поліпшення якісного складу лісових насаджень.

Запровадження принципів невиснажливого лісокористування та екосистемного підходу у веденні лісового господарства, використання сучасної

техніки і технологій дозволить забезпечити зростання екологічної, економічної та соціальної функції лісів у сталому розвитку нашої країни.

Для збереження лісів Вінниччини необхідно вживати комплексних заходів:

- Вирубка лісів повинна проводитися з дотриманням екологічних норм.
- Необхідно вживати заходів для запобігання виникнення лісових пожеж і боротьби з ними.
- Слід проводити регулярний моніторинг стану лісів і вживати заходів для захисту їх від шкідників і хвороб.

Визначено ряд екологічних факторів, які зменшують фактичну площу лісів: незаконні рубки, пожежі, розвиток шкідників і хвороб. Доведено, що найбільшим із впливів є несприятливі погодні умови, які знищують близько 10 % лісових насаджень Вінницької області.

Підрозділи, які мають підпорядкування лісів Вінницької області: Філія «Жмеринське лісове господарство» державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України», Барське лісництво, Вендичанське лісництво, Джуринське лісництво, Жмеринське лісництво, Івашковецьке лісництво, Копайгородське лісництво, Котюжанське лісництво, Людовське лісництво, Могилів-Подільське лісництво, Моївське лісництво, Мурованокуриловецьке лісництво, Нижній склад Жмеринського ЛГ, Ялтушівське лісництво, Ямпільське лісництво, Ярошинське лісництво [3].

В Україні формується комплекс інституційних, організаційних та управлінських засад сталого розвитку лісового господарства, які одночасно спрямовані на використання природних ресурсів, покращення якості життя та збереження довкілля.

Лісові ресурси служать основою економічної системи ведення лісового господарства, а обсяги їх використання встановлюються такі, що забезпечують безперервність виконання лісами екологічних та економічних функцій (захисних, санітарно-гігієнічних, оздоровчих, ресурсних). За рахунок використання лісових ресурсів лісове господарство отримує власні кошти для відтворення лісів, проведення лісівничих, лісоохоронних та інших заходів. Деревина заготовляється під час рубок головного користування та з метою здійснення заходів з формування і оздоровлення лісів та інших рубок [4].

Висновок. Ліси Вінниччини – це цінний природний ресурс, який потребує дбайливого ставлення. Збереження лісів – це запорука збереження екологічної рівноваги в регіоні.

Список використаної літератури

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://mep.gov.ua/&ved=2ahUKewij7Y3sqPGHaxWWVvEDHed4BV4QFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1VN-tavcFiaZSbdXWUMDid> (дата звернення 12.08.2024).

2. Лісове господарство. Український Державний комітет лісового господарства. К. ТОВ «Видавничий дім «ЕКО-інформ», 2005. 126 с.

3. Вакулик П.Г. Лісовідновлення та лісорозведення в рівнинних районах України. К.: Поліфаст, 1998. 301 с.

4. Лісознавство з основами лісівництва: навчальний посібник. Чернівці: Книги-XXI, 2004. 160

Марія СТЕБЛИНА⁵⁷,
студентка 2-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

***Анотація.** У роботі досліджено розвиток садово-паркового мистецтва від давніх цивілізацій до сучасності та його вплив на формування урбаністичних просторів у різних історичних епохах. У публікації розглянуто основні етапи еволюції цього мистецтва, починаючи від античності, через епоху Відродження, бароко і класицизм, до сучасних тенденцій ландшафтного дизайну. Дана тема актуальна через збільшення рівня урбанізації, та потребу створення комфортних, екологічно чистих і естетичних зон відпочинку в містах.*

***Ключові слова:** садово-паркове мистецтво, ландшафт, англійський парк, класичний парк, сади Семіраміди.*

***Anotation.** The paper examines the development of garden and park art from ancient civilizations to the present day and its impact on the formation of urban spaces in various historical epochs. The publication discusses the main stages of the evolution of this art, starting from antiquity, through the Renaissance, Baroque, and Classicism, to modern trends in landscape design. This topic is relevant due to the increasing level of urbanization and the need to create comfortable, environmentally friendly, and aesthetically pleasing recreational areas in cities.*

***Key words:** garden and park art, landscape, English park, classical park, garden of the Semiramis.*

***Вступ.** Садово-паркове мистецтво є однією з найдавніших форм архітектурного і ландшафтного дизайну, що виникло ще в часи перших цивілізацій. Від стародавніх єгипетських і месопотамських садів до сучасних міських парків, ця форма мистецтва завжди відображала соціальні, культурні та естетичні потреби суспільства. Сади і парки стали невід'ємною частиною культурної спадщини, служили не лише місцем відпочинку, а й демонстрацією влади, багатства та гармонії з природою.*

⁵⁷Наук. керівник: Оксана Врадій канд. с.-г. н., доцент кафедри екології та ОНС ВНАУ.

У сучасному світі садово-паркове мистецтво набуло нового значення. Умови постійної урбанізації та технологічного прогресу збільшують потребу в зелених зонах, які не лише покращують естетичне середовище міста, але й сприяють фізичному і психічному здоров'ю людей. Дослідження історії цього мистецтва дозволяє краще зрозуміти, як його розвиток впливав на культурний ландшафт і яким є його значення в сучасному суспільстві.

Виклад основного матеріалу. Садово-парковий дизайн має давню і багату історію, яка починається ще з ранніх цивілізацій, коли люди вперше почали формувати природний ландшафт для задоволення естетичних і практичних потреб. Сади та парки завжди відігравали важливу роль у житті людини, надаючи простір для відпочинку, медитації та соціальної взаємодії.

Перші згадки про садово-паркове мистецтво зустрічаються у стародавньому Єгипті та Месопотамії. Єгипетські сади використовувалися для релігійних церемоній та відпочинку фараонів. Вони мали чіткі геометричні форми, поєднуючи басейни, алеї та тераси з декоративними деревами та квітами. В Месопотамії славнозвісні Вісячі сади Семіраміди були зразком розкішного садово-паркового дизайну, який поєднував архітектуру та природу на багатьох рівнях [1].

У Персії садово-паркове мистецтво набуло високого рівня розвитку, що яскраво відображено у перських садах — "чахарбаг" (чотири сади), символі ідеального світу. Перські сади поєднували чіткі осі з водними каналами, які розділяли простір на регулярні частини, символізуючи гармонію між людиною та природою [1].

Давньогрецька та римська культури також значно вплинули на розвиток садово-паркового дизайну. У Давній Греції сади були скромнішими за розмірами і часто створювалися при храмах або філософських школах. Вони символізували гармонію та спокій.

Римські сади, навпаки, були більш розкішними і величними. Вілли римських патрициїв оточували великі парки з терасами, скульптурами, фонтанами та павільйонами. Ці сади стали символом багатства та соціального статусу, але також використовувалися для відпочинку та насолоди природою.

Після падіння Римської імперії садово-паркове мистецтво пережило деякий занепад у Європі. Однак у монастирях почали виникати так звані "монастирські сади", де вирощували лікарські рослини, овочі, а також декоративні рослини для медитації та відпочинку.

У той самий час в ісламському світі, особливо в Іспанії та на Близькому Сході, сади продовжували розвиватися. Мусульманські сади, такі як сади Альгамбри, відомі своєю витонченою симетрією та використанням води як основного декоративного елемента.

Епоха Відродження в Італії повернула інтерес до класичної античності. Італійські сади цього періоду, такі як сади Боболі у Флоренції, відзначалися чіткою симетрією, регулярними формами та багатими скульптурними композиціями. Сади стали частиною архітектурних ансамблів палаців, а також використовувалися для проведення прийомів та розваг.

У цей період садово-парковий дизайн набув концептуального значення, відображаючи ідеї гармонії та порядку, що були важливими для ренесансного мислення [1, 2].

У XVII столітті, під час епохи бароко, садово-паркове мистецтво досягло нових вершин у Франції. Сади Версаля, спроектовані Андре Ленотром для короля Людовіка XIV, стали зразком барокового стилю: величезні простори, чітка геометрія, грандіозні фонтани та скульптури. Барокові сади були призначені для демонстрації влади та впливу.

У XVIII столітті з'являється нова течія — англійський пейзажний стиль. На відміну від геометричних форм бароко, англійські сади відзначалися природною красою. Вони імітували дикі пейзажі з штучними озерами, пагорбами та хаотично розміщеними деревами. Такі сади підкреслювали природну красу і дозволяли людині відчути гармонію з довкіллям [1].

У XIX-XX століттях садово-паркове мистецтво зазнало змін під впливом урбанізації. Виникає необхідність створення публічних парків у великих містах, де мешканці могли б відпочити від шуму та метушні. Центральний парк у Нью-Йорку, створений Фредеріком ЛоуОлмстедом, є яскравим прикладом такого підходу. Цей парк був створений для забезпечення жителів міста зеленою зоною, де вони могли б насолоджуватися природою, не залишаючи меж мегаполісу.

У XXI столітті садово-парковий дизайн продовжує розвиватися з акцентом на екологічність та стійкість. Дизайнери приділяють увагу створенню зелених просторів, які поєднують естетику, функціональність та екологічні вимоги, зокрема використання місцевих рослин і ресурсів для підтримки біорізноманітності [2].

Садово-паркове мистецтво має важливе значення у сучасному суспільстві, оскільки воно виконує кілька ключових функцій, які стосуються як естетичних, так і екологічних, соціальних і психологічних аспектів життя людини. У міру зростання рівня урбанізації, потреба у створенні зелених зон стає все більш актуальною.

Зелені зони, такі як парки і сади, стають осередками спокою та відпочинку серед міського середовища. Вони дозволяють мешканцям мегаполісів втекти від шуму, забруднення і стресу, забезпечуючи простір для прогулянок, спорту, пікніків і соціальних взаємодій. Парки є важливим елементом у підтримці фізичного і психологічного здоров'я людей.

Садово-паркове мистецтво також має велику естетичну цінність. Ландшафтні дизайнери створюють простори, що не лише функціональні, але й красиві. Це сприяє формуванню приємного міського середовища, яке підвищує комфорт життя громадян і приваблює туристів. У багатьох містах світу сади та парки є одними з головних туристичних визначних пам'яток (Версальські сади у Франції або Гайд-парк у Лондоні) [3].

Урбанізація часто супроводжується деградацією природного середовища. Садово-паркове мистецтво дозволяє створювати зелені оази у містах, що сприяють поліпшенню екологічної ситуації. Парки очищують повітря,

знижують рівень вуглекислого газу і надають притулок для місцевої флори та фауни. Вони також грають важливу роль у регуляції міського мікроклімату, зменшуючи ефект міських «теплових островів».

Парки і сади є місцем, де люди можуть зустрічатися, спілкуватися та проводити час разом. У сучасних мегаполісах вони стали осередками соціальної активності, де проводяться культурні заходи, фестивалі, виставки та спортивні змагання. Садово-паркове мистецтво також відображає культурні особливості різних епох та національних традицій, забезпечуючи збереження історичної спадщини.

Також зелені простори мають позитивний вплив на психіку людини, вони допомагають знизити рівень стресу, тривожності та сприяють загальному психічному благополуччю. Відпочинок на природі або навіть проста прогулянка парком може значно поліпшити настрій і самопочуття. Крім того, садово-паркове мистецтво стимулює творчість та естетичну насолоду, допомагаючи людині відновлювати внутрішню гармонію.

Сучасні тенденції у садово-парковому дизайні часто орієнтовані на екологічні рішення. Використання місцевих рослин, стійких до кліматичних змін, зменшення витрат води через впровадження системи збору дощової води, а також створення екологічно чистих зон без використання шкідливих матеріалів – усе це допомагає підтримувати природний баланс і зменшити вплив людини на навколишнє середовище [4].

Висновки. Садово-паркове мистецтво в сучасному суспільстві виконує важливі функції, поєднуючи естетику, екологію та соціальні аспекти. Воно сприяє поліпшенню якості життя в містах, збереженню природного середовища, а також підтримує психічне здоров'я людей. У контексті сучасних викликів, таких як урбанізація та зміни клімату, значення зелених зон лише зростає, роблячи садово-паркове мистецтво необхідним елементом розвитку сучасного міського середовища.

Історія садово-паркового мистецтва – це багатогранний процес, який постійно змінювався під впливом культури, релігії та соціально-економічних факторів. Від перших садів у Давньому Єгипті та Месопотамії до сучасних екологічних проєктів, цей вид мистецтва відіграє важливу роль у створенні гармонії між людиною та природою, забезпечуючи простори для відпочинку, естетичного задоволення та збереження довкілля.

Список використаної літератури

1. Кучерявий В.П. Історія ландшафтної архітектури : підручник. Львів: ПП Новий світ, 2024. 702 с.
2. Байрак О.М., Самородов В.М., Панасенко Т.В. Парки Полтавщини: історія створення, сучасний стан дендрофлори, шляхи збереження і розвитку. Наукове видання. Полтава : Верстка, 2007. 276 с.
3. Білоус В.І . Садово – паркове мистецтво. Коротка історія розвитку та методи створення художніх садів : Навчальний посібник для вузів. Київ: Науковий світ, 2001. 299 с.

4. Садово – паркове мистецтво. Велика Українська енциклопедія : веб-сайт. URL:[https://vue.gov.ua/садово-паркове мистецтво](https://vue.gov.ua/садово-паркове_мистецтво)(дата звернення: 05.09.2024).

Аліна ГРИЦЮК⁵⁸,
студентка 2-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КЛІМАТИЧНІ ПЕРЕВАГИ ВЕГАНСТВА ТА ВЕГЕТАРІАНСТВА

***Анотація.** Екологія харчування – це міждисциплінарна наукова дисципліна, яка охоплює всю систему харчування з особливим розглядом впливу харчування на здоров'я, довкілля, суспільство та економіку. Екологія харчування включає всі компоненти харчового ланцюга, включаючи виробництво, збирання, збереження, зберігання, транспортування, обробку, пакування, торгівлю, розповсюдження, приготування, склад і споживання їжі, а також утилізацію відходів. Екологія харчування має численні витоки, деякі з яких сягають глибокої давнини. Впровадження індустріалізованого сільського господарства та масового тваринництва призвело до різноманітних негативних впливів на довкілля та здоров'я. Якість їжі частково визначається якістю навколишнього середовища. На навколишнє середовище, у свою чергу, впливають звички споживання їжі. Дослідження показують, що вегетаріанські дієти добре підходять для захисту навколишнього середовища, зменшення забруднення та мінімізації глобальних змін клімату. Щоб максимізувати користь вегетаріанської дієти для екології та здоров'я, їжа має бути регіонального виробництва, сезонного споживання та органічного вирощування. Вегетаріанські дієти, побудовані на цих умовах, є науково обґрунтованими, соціально прийнятними, економічно доцільними, культурно бажаними, достатньо практичними та цілком стійкими.*

***Abstract.** Nutrition ecology is an interdisciplinary scientific discipline that encompasses the entire nutrition system, with special consideration of the effects of nutrition on health, the environment, society, and the economy. Nutrition ecology involves all components of the food chain, including production, harvesting, preservation, storage, transport, processing, packaging, trade, distribution, preparation, composition, and consumption of food, as well as disposal of waste materials. Nutrition ecology has numerous origins, some of which go back to antiquity. The introduction of industrialized agriculture and mass animal production gave rise to various negative influences on the environment and health. Food quality*

⁵⁸Науковий керівник: Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

is determined in part by the quality of the environment. The environment, in turn, is influenced by food consumption habits. Research shows that vegetarian diets are well suited to protect the environment, reduce pollution, and minimize global climate changes. To maximize the ecologic and health benefits of vegetarian diets, food should be regionally produced, seasonally consumed, and organically grown. Vegetarian diets built on these conditions are scientifically based, socially acceptable, economically feasible, culturally desired, sufficiently practicable, and quite sustainable.

Вступ. Екологія харчування має багато коріння, деякі з яких сягають глибокої давнини. Запровадження систематичного землеробства (підсічно-вогневе вирощування) та одомашнення тварин (конкурентів у їжі) помітно вплинуло на наше довкілля. Одним з перших прикладів наслідків систематичного сільського господарства є вторгнення греків в інші країни внаслідок зростання споживання м'яса, що вимагало від них придбання більше сільськогосподарських угідь для виробництва кормів. Іншим прикладом є вирубка лісів для сільськогосподарських угідь і для будівельних цілей, яка почалася тисячі років тому і триває донині. І Тора, і Біблія неодноразово згадують проблеми навколишнього середовища. Вплив систематичного сільського господарства на навколишнє середовище обговорював Фома Аквінський(1224–1274), Жан-Жак Руссо (1712–1778), Генрі Девід Торо (1817–1862). Наприкінці 19 століття Якоб Йоганн фон Векскуль (1864–1944) заснував науку про екологію [2].

Індустріальне сільське господарство було запроваджено в 19 столітті та швидко захопило всі аспекти життя, що призвело до вражаючих соціальних, економічних та екологічних наслідків. Реакція на ці події призвела до формування Сьєрра-клубу в Північній Америці та до реформаторського руху в Центральній Європі в другій половині 19 століття. Люди мігрували з міст у сільську місцевість, щоб жити в незабруднених регіонах і вирощувати собі їжу. Пропонувалися і здійснювалися економічні та соціальні реформи. Деякі з них включали вегетаріанський спосіб життя. Іншою реакцією на індустріалізоване сільське господарство було органічне землеробство, яке було започатковане антропософами в 1924 році і почало процвітати в 1970-х роках. У той час було створено ряд організацій, які висловлювали занепокоєння щодо навколишнього середовища та якості їжі [наприклад, Римський клуб (1968), Грінпіс (1971), Інститут Всесвітнього спостереження (1975), Партія зелених (1980)]. У той же час з'явилася література про негативний вплив індустріалізованого сільського господарства Рейчел Карсон, Френсіс Мур-Лаппе, Денніса Медоуза, Джоан Гуссоу і Ральфа Надера. Ці автори обговорювали драматичні наслідки індустріалізації та промислового сільського господарства для навколишнього середовища, здоров'я, суспільства та економіки.

Виклад основного матеріалу. Термін «екологія харчування» був введений у 1986 році групою дієтологів з Університету Гіссена, Німеччина. Екологія харчування як міждисциплінарна наукова дисципліна є цілісною

концепцією, яка розглядає всі ланки системи харчування з метою сталого розвитку. Таким чином, екологія харчування описує нову галузь наук про харчування, яка має справу з локальними та глобальними наслідками виробництва, обробки, торгівлі та споживання їжі. Екологія харчування виходить за рамки екологічного харчування, яке обмежується взаємодією харчування та навколишнього середовища. Екологія харчування йде далі, ніж старіша концепція екології їжі та харчування, яка обмежується моделями харчування корінного та аборигенного населення.

Зараз у науках про харчування домінують аспекти здоров'я їжі та, частково, якості їжі. Рекомендації базуються головним чином на фізіологічних і токсикологічних міркуваннях. Наслідки нашої поточної системи харчування є більш складними та виходять за рамки вмісту поживних речовин і забруднення патогенними мікроорганізмами та забруднювачами. Щоб уникнути екологічної шкоди, спричиненої системою харчування, і забезпечити безпеку харчування для населення світу, необхідно включити додаткові аспекти. Необхідність прийняття більш цілісного погляду на сталий розвиток підкреслюється поточною кризою в системі харчування, як обговорювалося на Всесвітньому продовольчому саміті в червні 2002 року [3].

Розміри екології харчування.

Як типово для міждисциплінарної дисципліни, екологія харчування має справу з широким колом питань, включаючи дослідження, викладання та громадські дії. Широкий погляд на всю систему харчування охоплює такі предмети, як загальна якість харчових продуктів, екологічний баланс та оцінка життєвого циклу; вплив систем харчування на клімат, світове харчування та ціни на продовольство; і порівняння різних дієт і сільськогосподарської, екологічної та споживчої політики. В основному існує 4 виміри екології харчування: здоров'я, довкілля, суспільство та економіка.

Для підтримки або збереження здоров'я рекомендується дотримання індивідуально оптимальної дієти. Термін профілактична дієта нещодавно використовувався, щоб підкреслити можливість уникнути захворювань, пов'язаних з харчуванням. Сукупність більшості досліджень свідчить про те, що слід збільшити споживання продуктів рослинного походження (зернові, овочі, фрукти, бобові, горіхи) і споживання продуктів тваринного походження (м'ясні продукти, молочні продукти та яйця) бути зменшеним. Цей принцип особливо стосується тих, хто веде сидячий спосіб життя. Рослинну їжу слід споживати, коли вона є якомога свіжішою, піддаватися мінімальній обробці та споживатися частково як сира їжа.

Система харчування впливає на навколишнє середовище, яке, у свою чергу, визначає якість їжі. Вплив виробництва харчових продуктів на навколишнє середовище визначається застосуванням сільськогосподарським методом. Звичайні методи ведення сільського господарства покладаються на екстенсивне використання природних ресурсів і призводять до більш високого рівня забруднення їжі. Навпаки, екологічний вплив органічного землеробства менший. Методи органічного землеробства включають природний контроль

над шкідниками, сівозміну та застосування бобових як гній, на відміну від використання синтетичних пестицидів і добрив у традиційному землеробстві. В комплексному землеробстві органічні та звичайні методи поєднуються, що призводить до проміжного впливу на навколишнє середовище. Щоб зменшити вплив системи харчування на навколишнє середовище, необхідно підтримувати органічне землеробство в усьому світі. Крім того, продукти повинні бути мінімально оброблені, упаковані та транспортовані. Система харчування тісно пов'язана з суспільством, включаючи відповідальність за придбання їжі та приготування їжі, а також соціальні наслідки сімейної трапези. Крім того, необхідно враховувати взаємодію між звичками споживання їжі та способом життя, а також соціальними умовами та заробітною платою людей, які працюють у системі харчування. Додаткові соціальні аспекти включають імпорт і експорт сільськогосподарської та іншої продукції та вплив цієї торгівлі на розвиток людей країни [3].

У всьому світі основним фактором, що обумовлює моделі споживання їжі, є фінансове становище країн, різних груп населення та впливових осіб. Транспортування та переробка харчових продуктів здійснюються під припущенням, що гроші можна заробити. У приватних господарствах бюджет харчування є визначальним фактором у виборі їжі. З цілісної точки зору ціна на продовольство повинна включати всі витрати, спричинені системою харчування, особливо шкоду навколишньому середовищу (інтерналізація зовнішніх витрат).

Ці 4 виміри екології харчування однаково важливі для досягнення стійкої системи харчування. На цій основі враховуються різні аспекти їжі та харчування. Який режим харчування найкраще відповідає цілісним і сталим аспектам екології харчування? З усього, що ми знаємо, вегетаріанська дієта найкраще відповідає вимогам і мінімізує шкоду для 4 вимірів.

Внесок вегетаріанської дієти

У вегетаріанців є багато причин не їсти м'ясо тварин. Окрім релігійних переконань, існують причини, пов'язані зі здоров'ям, екологічними, етичними та філософськими причинами. При дослідженні екологічної шкоди, спричиненої промисловим тваринництвом, необхідно враховувати певні аспекти. У середньому потреба у землі для виробництва м'ясного білка в 10 разів більша, ніж для виробництва рослинного білка. Близько 40% світового врожаю зерна йде на корм тваринам. Половини цього зерна було б з лишком достатньо, щоб нагодувати всіх голодних людей нашої планети. Тваринний гній, який у величезних кількостях виробляється промисловим сільським господарством, викликає високий рівень потенційно канцерогенних нітратів у питній воді та овочах. Тваринництво вимагає значних енергетичних і водних ресурсів і призводить до вирубки лісів, надмірного випасу та надмірного вилову риби.

Одним з рішень проблем, спричинених промисловим тваринництвом, є вегетаріанський спосіб життя. Позитивний екологічний ефект, досягнутий вегетаріанством, можна посилити, якщо уникати оброблених і упакованих продуктів і вибирати сезонні та місцеві органічні продукти. Таким чином

надається підтримка натуральному та сімейному господарству, забезпеченню зайнятості та глобальній продовольчій безпеці. На додаток до цих соціально-економічних переваг можна уникнути утримання тварин у клітках, а також їх транспортування на великі відстані та, нарешті, забою, таким чином задовольняючи етичні вимоги [4].

4 виміри екології харчування є основою сталої харчової поведінки. Термін сталість був введений у 17 столітті фахівцями з лісового господарства в Німеччині, щоб привернути увагу до того факту, що потрібно збирати лише ту кількість дерев, яка відростає за певний час. В даний час стійкість описує розвиток, який задовольняє поточні глобальні потреби, не зменшуючи можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби.

З точки зору харчування, сталість також стосується справедливого розподілу їжі через екологічну та профілактичну харчову поведінку. Щоб досягти стійкості, необхідне комплексне переосмислення загальних цінностей для досягнення нового розуміння якості життя. Питання щодо достатньої кількості їжі необхідно вирішувати на всіх соціальних рівнях з метою досягнення безпеки харчування для всіх. Щоб задовольнити вимоги щодо екологічної, економічної, соціальної сумісності та сумісності зі здоров'ям, було сформульовано наступні 7 принципів: 1) їжа має бути переважно рослинного походження, 2) їжа має походити з органічного землеробства, 3) їжа має бути виробляється регіонально та сезонно, 4) їжа має бути мінімально оброблена, 5) їжа має бути екологічно упакованою, 6) торгівля продуктами харчування має бути чесною, 7) їжа має бути приготовлена зі смаком. Ці принципи були виведені з рекомендацій щодо повноцінного харчування, описані в інших місцях. Дієта, заснована на цих принципах, має наукове обґрунтування, є соціально прийнятною, економічно доцільною, культурно бажаною, практичною та має високий ступінь стійкості.

Існує лише обмежена кількість довгострокових випробувань сталості. В одному проекті було порівняно 3 системи виробництва яблук – органічне землеробство, інтегроване землеробство та звичайне землеробство. Урожайність була майже рівною, але система органічного виробництва показала не лише найкращу якість яблук, але й найкращу якість ґрунту та найменший шкідливий вплив на навколишнє середовище. Тому система органічного виробництва має найкращу екологічну стійкість. Надано економічну стійкість, оскільки ринкова ціна на органічні яблука була найвищою. Автори цього звіту ставлять під сумнів стійкість звичайних систем землеробства через зростання витрат на виробництво, велику залежність від невідновлюваних ресурсів, зменшення біорізноманіття, забруднення води, ерозію ґрунту та ризики для здоров'я працівників сільського господарства, спричинені використанням пестицидів [4].

Інше дослідження, проведене протягом 21 року, показало, що хоча врожайність була на 20% нижчою в органічних системах, введення добрив і енергії було зменшено на 34–53%, а введення пестицидів на 97%. Підвищення

родючості ґрунту та підвищення біорізноманіття на органічних ділянках відбулося завдяки сівозміні на основі компосту та бобових.

Біорізноманіття також є основою харчової різноманітності. Окрім пропаганди грудного вигодовування, рекомендація щодо різноманітного харчування є найбільш узгодженою на міжнародному рівні дієтичною настановою. Біорізноманіття також захищає від кліматичних та епідемічних катастроф. Крім того, біорізноманіття все більше стає основою для нових фармацевтичних препаратів.

Висновок. Екологія харчування має на меті досягнення стійкості продовольчої та харчової безпеки в усьому світі. Для досягнення цієї мети професіонали, які займаються системою харчування, повинні інформувати громадськість про принципи екології харчування. Таким чином людей можна спонукати практикувати сталу харчову поведінку. Екологія харчування також є питанням особистих пріоритетів. Зацікавлені та добре поінформовані споживачі зможуть зважити аргументи та прийняти необхідні рішення. Бачення сталого майбутнього залежить від людей, які відчують відповідальність за довкілля та здоров'я. Один із найефективніших способів досягнення цілей екології харчування, включаючи здорове та стійке харчування вибір, є вегетаріанський спосіб життя.

Список використаної літератури

1. Користь і шкода солодкого. URL: http://4ua.co.ua/medicine/vb2bc78b5d43a89421316c27_0.html (дата звернення 02.09.2024).

2. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes. (1986, March 18) Retrieved from <https://rm.coe.int/168007a67b>

3. Продукти переробки плодів і овочів: класифікація асортименту, особливості харчової цінності та хімічного складу, оцінки якості. Умови та термін зберігання. URL: <http://um.co.ua/1/1-2/1-27403.html> (дата звернення 02.09.2024).

4. Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: Наказ МОЗ України від 03.09.2017 №1073

Назар ДАВИДЕНКО⁵⁹,
студент 5-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПрАТ «ПК «ПОДІЛЛЯ»» НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ ЯМПІЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

***Анотація.** Стаття присвячена оцінці впливу господарської діяльності ПрАТ «ПК «Поділля»» на окремі фізико-хімічні властивості ґрунтів та їх екологічний стану межах Ямпільської територіальної громади. У статті проведено аналіз чинників впливу та їх можливих негативних наслідків для різних видів ґрунтів громади. У статті проаналізовано джерела та види впливу на агроекологічний стан досліджуваної території. На основі проведених досліджень визначено шляхи запобігання і зменшення антропогенного впливу на екологічний стан ґрунтів досліджуваної території для реалізації цілей сталого розвитку Ямпільської територіальної громади.*

***Ключові слова:** агроекологічний стан ґрунтів, джерела забруднення, компоненти довкілля, планова діяльність, досліджувана територія.*

***Abstract.** The article is dedicated to assessing the impact of the economic activities of PJSC «PC Podillya» on the specific physico-chemical properties of soils and their ecological condition within the Yampil territorial community. The study analyzes the influencing factors and their potential negative consequences for various types of community soils. It examines the sources and types of influence on the agroecological condition of the studied territory. Based on the research conducted, ways to prevent and reduce anthropogenic impact on the soil ecology of the studied area are identified to achieve the sustainable development goals of the Yampil territorial community.*

***Key words:** agro-ecological condition of soils, sources of pollution, environmental components, planned activity, studied territory.*

***Вступ.** Важливість ґрунту для людства є очевидною і підтверджена сучасними документами, такими як декларації ООН і конституціями окремих країн, зокрема Конституцією України. Через зростання чисельності населення, яке нині збільшується на один мільярд кожні десять років, поточний рівень виробництва сільськогосподарської продукції не здатен повністю забезпечити потреби в їжі. Можливості екстенсивного розширення виробництва через освоєння нових земель вичерпані, а урбанізація призводить до втрати землі,*

⁵⁹Науковий керівник: Мудрак Г.В., кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

придатної для сільського господарства. За оцінками ФАО, для розв'язання світової продовольчої проблеми необхідно забезпечити щорічне зростання урожайності основних сільськогосподарських культур протягом наступних 30 років: пшениці та рису на 1,2%, кукурудзи на 1,5%, цукрового буряка та цукрової тростини на 1,8% [10, 12].

В Україні господарське використання охоплює 92% території країни. Рівень розораності перевищує 54%, тоді як у розвинених країнах Європи цей показник не перевищує 35% [1, 5].

У зв'язку з нераціональним веденням господарської діяльності та через помилки в управлінні процесами виробництва сільськогосподарської продукції, площі деградованих земель аграрного призначення зростають, а щорічні втрати гумусу становлять до 0,65 тонн на 1 гектар [9].

Забруднення ґрунтів є однією з найсерйозніших екологічних проблем України, що впливає нарівень економічного розвитку окремих регіонів, так і на країну в цілому. Стан ґрунтів вже перестає бути лише аграрним питанням і перетворюється на проблему екологічної безпеки для всієї України.

Сучасна сільськогосподарська діяльність часто суперечить природним законам і може призводити до різноманітних екологічних загроз і виснаження природних ресурсів. Це пов'язано із прагненням підвищити продуктивність для забезпечення продовольчої безпеки та максимізації прибутку. Однак відсутність належного рівня екологічних знань працівників агросфери, низький рівень їх екологічної свідомості та бажання збагачення призводять до змін в екосистемах і деградації навколишнього середовища. Оскільки сільське господарство є важливою частиною економіки України, необхідно дослідити його вплив на компоненти довкілля для розроблення ефективних науково-обґрунтованих заходів з покращення екологічної ситуації [5, 11].

Регулярне використання пестицидів для підвищення врожаїв призвело до зневажання методів профілактики та боротьби зі шкідниками. Технологічні зміни в сільському господарстві мають свої переваги, зокрема підвищення продуктивності ресурсів, зростання обсягів дешевої їжі, переміщення робочої сили в інші галузі та поліпшення добробуту суспільства. Однак інтенсифікація сільськогосподарського виробництва має й негативний вплив на навколишнє середовище. Серед серйозних екологічних проблем можна виділити нераціональне агроприродокористування, розорювання і деградацію угідь, втрату біорізноманіття агроландшафтів, забруднення довкілля, втрату родючості ґрунтів і накопичення органічних відходів. Вчені відзначають, що фермери, намагаючись збільшити врожайність, змінюють екологічні системи [3, 12].

Втрата ґрунтами родючості в результаті зміни їх екологічного стану у найближчому майбутньому може призвести до зменшення землезабезпеченості населення як України, так і всього світу. Саме тому проведення екологічного моніторингу земель є необхідною умовою своєчасного виявлення змін їх стану та ліквідації наслідків негативних процесів [9].

Потрібно відмітити, що в Україні проблемі моніторингу стану ґрунтів не приділяється належної уваги. Причиною цього, з одного боку, не ведуться повноцінні дослідження, з іншого – недосконалість заходів контролю та санкцій до порушників законодавства щодо охорони земель. Тому, вивчення ґрунтів, як основного багатства українців, є актуальним питанням і потребує всебічного аналізу [4, 5, 9].

Серед галузей народного господарства, сільське господарство здійснює найбільший вплив на ґрунти, їх екологічний стан і фізико-хімічні властивості. Тому екологічна оцінка ґрунтів є важливою для збереження природних ресурсів, забезпечення сталого сільського господарства та збереження біорізноманіття агроландшафтів. Вона допомагає знаходити способи зменшення негативного впливу на довкілля та покращення стану ґрунту для майбутніх поколінь [2]. Важливими заходами щодо визначення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на компоненти довкілля, зокрема на агрохімічний, агрофізичний і екологічний стан ґрунтів, є здійснення процедури оцінки впливу на довкілля та формування екологічних паспортів [4, 5].

Мета дослідження – визначити вплив господарської діяльності ПрАТ «ПК «Поділля»» на екологічний стан ґрунтів у межах Ямпільської територіальної громади.

Об'єктом дослідження є ґрунти Ямпільської територіальної громади Вінницької області. Предметом дослідження є фізико-хімічні властивості та екологічний стан ґрунтів досліджуваної території.

У процесі дослідження використовувалися методи опису, аналізу, екологічного моніторингу агроландшафтів і узагальнення для визначення впливу господарської діяльності ПрАТ «ПК «Поділля»» на екологічний стан ґрунтів у межах Ямпільської територіальної громади. Для проведення екологічної оцінки впливу господарської діяльності ПрАТ «ПК «Поділля»» на стан ґрунтів використовуються різноманітні методи. Першочерговим є збір ґрунтових проб для подальшого лабораторного-експертного аналізу. Такий аналіз дозволяє визначити агрохімічні й агроекологічні показники ґрунту, його рівень забруднення хімічними сполуками та важкими металами, що можуть виникнути внаслідок різних аспектів господарської діяльності.

Екологічна оцінка ґрунтів ПрАТ «ПК «Поділля»» – це комплексний процес, спрямований на визначення впливу господарської діяльності цього підприємства на стан ґрунтів та оцінку їхньої екологічної стійкості та здоров'я. Оцінка зазвичай включає такі етапи дослідження [7]:

1) збір і аналіз вихідних даних: перший крок – це зібрати існуючі інформаційні матеріали про господарську діяльність ПрАТ «ПК «Поділля»», такі як обсяги виробництва, перелік використаних ресурсів, які типи культур використовуються, використання агрохімікатів та інші фактори;

2) моніторинг якості ґрунту: проведення фізико-хімічних та біологічних досліджень ґрунту, включаючи аналіз хімічного складу, рівня забруднення, родючості та структури ґрунту ;

3) визначення впливу на водні ресурси агроландшафтів: оцінка того, як господарська діяльність може впливати на якість ґрунтових вод та водотоків, включаючи можливу забрудненість агрохімікатами та іншими речовинами;

4) врахування впливу на біорізноманіття: оцінка можливого впливу на рослинний та тваринний світ, які існують у даній місцевості, зокрема різноманіття видів і їх охорону;

5) аналіз даних та формування висновків: на основі зібраних даних проводиться оцінка впливу і визначаються можливі проблеми й ризики для ґрунту та компонентів довкілля;

6) формування рекомендацій: розробка конкретних рекомендацій і стратегій для покращення екологічного стану ґрунту та зменшення негативного впливу господарської діяльності;

7) звітність і комунікація: після завершення екологічної оцінки стану ґрунтів Ямпільської територіальної громади складається звіт, який може бути наданий регулюючим органам, громадськості та іншим зацікавленим сторонам.

Виклад основного матеріалу. Структура ПрАТ «Продовольча компанія «Поділля»» є вертикально-інтегрований комплекс, до складу якого входять 5 виробничих філій, що обробляють понад 51 тис. га у межах Городківської, Крижопільської, Томашпільської, Ободівської, Ямпільської та Піщанської територіальних громад Вінницької області. До складу компанії входить Крижопільський цукровий завод та елеватор потужністю 60 тис. тонн зерна. Компанія має розвинуте тваринництво, представлене свинокомплексом у смт. Городківка потужністю 21 тис. голів свиней на рік. Також розвиває молочний та м'ясний напрямки, де утримується 3100 голів ВРХ [8].

Господарська діяльність ПрАТ «ПК «Поділля»» включає різноманітні аспекти, зокрема сільське господарство та промислову діяльність. У сільському господарстві використовуються агрохімікати та мінеральні добрива, які при недбалому застосуванні можуть призвести до забруднення ґрунту та зменшення його родючості. Промислова діяльність також негативно впливає на екологічний стан компонентів довкілля, здійснюючи викиди токсичних речовин і важких металів, які негативно впливають на якість ґрунтів та сільськогосподарської продукції [8].

Основними видами господарської діяльності продовольчої компанії є вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів; вирощування інших однорічних і дворічних культур; вирощування ягід, горіхів, інших плодових дерев і чагарників та інше.

Для контролю господарської діяльності, особливо щодо питань негативного впливу на компоненти довкілля, а також дотримання екологічного законодавства у сфері їх охорони, важливим є формування екологічного паспорту полів і земельних ділянок досліджуваного господарства.

Під час проведення досліджень було проаналізовано матеріали моніторингових досліджень і еколого-агрохімічні паспорти сільськогосподарських угідь «ПК «Поділля» у межах Ямпільської територіальної громади [2].

Згідно Закону України «Про охорону земель»(2003 р.) з метою здійснення контролю за динамікою родючості ґрунтів систематично не рідше одного разу за п'ять років проводиться еколого-агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення у кожному господарстві. Власники і землекористувачі, зокрема орендарі земельних ділянок при здійсненні господарської діяльності зобов'язані:

- дотримуватися вимог земельного та природоохоронного законодавства України;

- проводити на земельних ділянках господарську діяльність способами, які не завдають шкідливого впливу на стан земель та родючість ґрунтів;

- підвищувати родючість ґрунтів та зберігати інші корисні властивості землі на основі застосування екологічнобезпечних технологій обробітку і техніки, здійснення інших заходів, які зменшують негативний вплив на ґрунти, запобігають безповоротній втраті гумусу, поживних елементів тощо;

- дотримуватися стандартів, нормативів при здійсненні протиерозійних, агротехнічних, агрохімічних, меліоративних та інших заходів, пов'язаних з охороною земель, збереженням і підвищенням родючості ґрунтів;

- своєчасно інформувати відповідні органи державної влади та органи місцевого самоврядування щодо стану, деградації та забруднення земельних ділянок;

- забезпечувати додержання встановленого законодавством України режиму використання земель, що підлягають особливій охороні;

- забезпечувати використання земельних ділянок за цільовим призначенням та дотримуватися встановлених обмежень (обтяжень) на земельну ділянку;

- забезпечувати захист земель від ерозії, виснаження, забруднення, засмічення, засолення, осолонцювання, підкислення, перезволоження, підтоплення, заростання бур'янами, чагарниками і дрібноліссям;

- уживати заходів щодо негативному і еколого-небезпечному впливу на земельні ділянки та ліквідації наслідків цього впливу[6].

Основними показниками, за якими визначається родючість ґрунтів поля, прийнято: вміст в орному шарі гумусу, азоту (що легко гідролізується), рухомого фосфору, обмінного калію та мікроелементів (марганцю, цинку, міді, бору), а також кислотність ґрунту (рН і гідролітичної), сума ввібраних основ, щільність ґрунту, максимально можливі запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см.

Екологічний стан поля визначається рівнем забруднення радіонуклідами (цезій-137, стронцій-90), важкими металами (рухомі форми кадмію, свинцю), залишками ДДТ та ГХЦГ.

Дані обстеження допоможуть фахівцям господарств правильно визначити потребу ґрунтів у хімічній меліорації, встановити найбільш оптимальні дози органічних та мінеральних добрив, вести планомірну роботу у підвищенні родючості ґрунтів.

Матеріали еколого-агрохімічної паспортизації полів можуть бути

використанні при аналізі господарської діяльності сільськогосподарських підприємств, паюванні земель колективних господарств, виділенні земельних ділянок фермерам, під колективні сади та городи, для забудови, а також при встановленні податку та орендної плати за землю.

Площа досліджуваної території складала 2987,0 га. Відбір зразків було проведено у відповідності з методичними вказівками з крупномасштабного агрохімічного обстеження ґрунтів [2].

На основі результатів аналізів ґрунтових проб подаються показники родючості ґрунтів за вмістом поживних речовин, гумусу і ступенем кислотності в розрізі окремих полів, сівозмін та інших угідь. Ці матеріали наносяться на план землекористування в масштабі 1:25000, а також подаються у вигляді таблиць [7].

До матеріалів агрохімічного обстеження додається відповідний інформаційний матеріал про стан родючості ґрунтів, розрахунки можливого рівня урожайності культур, тощо.

Землекористування господарства ПрАТ «ПК «Поділля»» у межах Ямпільської територіальної громади розміщене переважно на чорноземах глибоких мало гумусних та чорноземах реградованих, менші площі займають чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені, глейові, чорноземи лучні мочалисті, сірі опідзолені та лучні глибокі наносні.

За механічним складом ґрунти пилувато-важкосуглинкові, піщано-важкосуглинкові, середньо суглинкові та легко глинисті (табл 1).

Таблиця 1

Ґрунти господарства ПрАТ «ПК «Поділля»»

Типи ґрунтів	Площа (га)
Чорноземи глибокі малогумусні	1358
Чорноземи реградовані	843
Чорноземи опідзолені	270
Темно-сірі опідзолені	155
Чорноземи опідзолені глейові	162
Чорноземи лучні мочалисті	145
Сірі опідзолені	37
Лучні-глибокі наносні	17

Джерело: [2]

За вмістом гумусу ґрунти мають середню та підвищену забезпеченість. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту(%) [2]:

2,01-3,00	-	1064,7	га
3,1-4,0	-	1922,3	га

З отриманих результатів видно, що за вмістом гумусу ґрунти мають середню та підвищену родючість.

Під час досліджень визначали вміст мікроелементів у ґрунтах досліджуваної території (табл. 2).

Розподіл площ ґрунтів за вмістом мікроелементів (га) [2]

Ступінь забезпеченості	Бор	Марганець	Цинк	Мідь
дуже низький			2987	
низький				195
середній				
підвищений		630		142
високий		1305		319
дуже високий	2987	1052		2331

Результати досліджень щодо вмісту мікроелементів у ґрунтах досліджуваного господарства є наступними: вміст легкогідролізованого азоту дуже низький на всіх обстежених площах; забезпеченість ґрунтів рухомими формами фосфору – від дуже низького до високого, обмінного калію від середнього до дуже високого; за ступенем кислотності ґрунти мають від середньо кислої, до нейтральної реакцію ґрунтового розчину.

На площах із дуже низьким та низьким вмістом мікроелементів потрібно вносити відповідні мікродобрива.

На основі проведених агрохімічних досліджень, було здійснено екологічну оцінку впливу господарської діяльності Ямпільської територіальної громади на стан ґрунтів. Шляхи покращення екологічного стану ґрунтів можуть включати в себе різні методи та підходи. Ось декілька способів, які можна застосувати для збереження та відновлення стану ґрунтів [4-5, 10-11]:

– використання органічних добрив: замість синтетичних агрохімікатів, фермери можуть переходити на органічні добрива, такі як компост та натуральні гноївки. Це сприяє підвищенню родючості ґрунту та зменшенню викидів шкідливих хімічних речовин;

– введення системи колишнього господарства: практика колишнього господарства (посіви різних культур на одній ділянці змінюється кожний сезон) сприяє збереженню родючості ґрунту та зменшенню ризику виникнення шкідників і хвороб;

– заповнення горизонтів ґрунту: при будівництві та реконструкції має значення зберігати верхній шар ґрунту та заповнювати глибинні шари, щоб зберегти ґрунтовий профіль та його родючість;

– збереження природних зон: важливо залишити природні зони, такі як вологі екосистеми, які фільтрують воду та забезпечують регуляцію рівнів ґрунтових вод;

– ерозійний контроль: встановлення берм, терасування, та висадження рослинності для захисту ґрунту від ерозії;

– відновлення забруднених ґрунтів: використання технологій фіто- та біоремедіації для очищення ґрунту від шкідливих речовин;

– ефективне водокористування: зменшення водних витрат у сільському господарстві та промисловості, щоб уникнути засолення ґрунту;

– посів відновлювальних рослин: використання рослин з глибокими коріннями, які можуть покращити структуру ґрунту та підвищити його стабільність, наприклад такі як, люцерна, ріпак, гірчиця;

– екологічний моніторинг ґрунтів: постійний моніторинг стану ґрунтів, щоб вчасно виявляти будь-які зміни та реагувати на них.

Ці методи можуть варіювати залежно від конкретних умов і типу господарської діяльності. Підходячи до покращення стану ґрунтів комплексно та враховуючи місцеві особливості, можна досягти значущих позитивних результатів у збереженні природних ресурсів.

Висновок. У статті проведено екологічну оцінку впливу господарської діяльності ПрАТ «ПК «Поділля»» на екологічний стан ґрунтів та опрацьовано інформацію для розуміння важливості збереження цього важливого природного ресурсу. Наразі ПрАТ «ПК «Поділля»» постійно здійснює екологічний моніторинг стану ґрунтів, більше застосовує у своїй господарській практиці органічні добрива, а саме: компости тваринництва та птахівництва. Великі площі засівають рослинами, які відновлюють ґрунт, а саме: люцерна, гірчиця, бобові, а деякі площі, які потребують відновлення залишають під пар.

Екологічна оцінка стану ґрунтів показала, що господарська діяльність має негативний вплив на якість та стабільність ґрунту через використання агрохімікатів, викиди промисловості та інші фактори. З метою забезпечення сталого управління ґрунтовими ресурсами та збереження екологічної рівноваги, запропоновано наступні рекомендації для покращення екологічного стану ґрунтів [5, 11]:

1) системи використання агрохімікатів: підвищення уваги до збалансованого та відповідального використання агрохімікатів, враховуючи вплив на ґрунтові води та якість ґрунту. Застосування органічних методів може бути корисним для збереження родючості ґрунту;

2) моніторинг та контроль якості ґрунту: регулярний екологічний моніторинг якості ґрунту для виявлення змін та вчасного реагування на проблеми. Спостереження за рівнями забруднення та покращеннями важливі для ефективного управління;

3) стимулювання методів збереження ґрунту: використання практик та методів, спрямованих на зменшення ерозії та втрати верхнього шару ґрунту. Для збереження верхнього шару ґрунту можна застосовувати такі методи як: мульчування, терасування, збереження придорожньої рослинності для зміцнення ґрунту і попередження ерозії;

4) посів відновлювальних рослин: використання рослин з глибокими коріннями для покращення структури ґрунту та підвищення його стабільності;

5) освоєння та впровадження нових технологій: використання інноваційних методів, таких як фіто- та біоремедіація, для очищення забруднених ґрунтів.

Завдяки ретельному виконанню цих рекомендацій можна досягти покращення якості ґрунту та забезпечити сталість природних ресурсів для

майбутніх поколінь. Ефективний захист ґрунтів від негативного впливу господарської діяльності є важливою складовою сталого розвитку та довкілля.

Список використаної літератури

1. Гарасименко, В.М. «Оцінка впливу господарської діяльності на довкілля: навчальний посібник.» Київ: Атіка. 2016.
2. Матеріали моніторингу та еколого-агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь. Вінницька філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». <https://www.old.iogu.gov.ua/vinnicka/contacts/> (дата звернення 02.09.2024).
3. Міністерство екології та природних ресурсів України. (2019). «Методичні рекомендації з проведення екологічної експертизи» URL: <http://www.menr.gov.ua>.
4. Мудрак Г.В., Мудрак О.В. Науково-практичні аспекти раціонального використання агроландшафтів Середнього Придністер'я в контексті стратегії сталого розвитку регіону. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця. 2020. № 19 С. 159–176. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-14
5. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Екологічний моніторинг агроландшафтів України, як основа їх оптимізації та ефективного використання *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця. 2019. №14. С. 231–244.
6. Про охорону земель. Закон України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>(дата звернення 23.08.2024).
7. Про оцінку впливу на довкілля. Закон України. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>(дата звернення 23.08.2024).
8. Продовольча компанія «Поділля» URL: <https://www.upi-agro.com.ua/ua/Home/MapDetails/3>(дата звернення 7.09.2024).
9. Симканич О.І., Салюк М.Р., Делеган-Кокайко С.В., Глух О.С., Сватюк Н.І., Чийпеш Ю.В., Петканич А.М. Екологічний стан ґрунтів Іршаківської і Кам'янської об'єднаних територіальних громад. *Наук. вісник Ужгородського університету Серія Хімія*. 2021, № 2 (46). С. 98-103.
10. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
11. Шукла М.К., Лал Р. та Ебінгер М. «Визначення показників якості ґрунту методом факторного аналізу». *Дослідження ґрунту та обробки землі*, 87 (2), 194-204.
12. OksanaPortukhay, SergijLyko, OleksandrMudrak, HalynaMudrak, IrynaLohvynenko. (2021). Agroecological Bases of Sustainable Development Strategy for the Rural United Territorial Communities of the WesternPolissya Region. *Scientific Horizons*,24(6), 50-61. DOI: 10.48077/scihor.24(6).2021.50-61. <https://sciencehorizon.com.ua/uk/current?page=2>

Вікторія ЖУРБЕЛЮК⁶⁰,
студентка 3-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ВПЛИВ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ НА ЕКОСИСТЕМ

***Анотація.** У статті описуються сучасні технології, такі як дистанційне зондування, супутникові системи, геноміка, штучний інтелект, 3D-друк та біомімікрія, які відкривають нові можливості для моніторингу, захисту та відновлення природних ресурсів. Також розглянуто український контекст впровадження цих технологій для збереження унікального біорізноманіття країни. Стаття підкреслює важливість поєднання технологічних досягнень з екологічною свідомістю для забезпечення стабільного майбутнього планети.*

***Annotation.** The article examines the role of innovative technologies in preserving biodiversity and protecting ecosystems. Describes modern technologies such as remote sensing, satellite systems, genomics, artificial intelligence, 3D printing, and biomimicry, which open up new opportunities for monitoring, protecting, and restoring natural resources. The Ukrainian context of the introduction of these technologies to preserve the country's unique biodiversity is also considered. The article highlights the importance of combining technological advances with environmental awareness to ensure a sustainable future for the planet.*

***Вступ.** Біорізноманіття, тобто різноманіття видів, генів і екосистем на Землі, є фундаментальним елементом стабільності нашої планети. Це джерело життя, яке забезпечує нас їжею, ліками, чистим повітрям та водою. Однак сьогодні біорізноманіття перебуває під серйозною загрозою через зміну клімату, вирубування лісів, забруднення довкілля та інші антропогенні фактори. На тлі цього виклику з'являються інноваційні технології, які здатні допомогти людству вберегти це неоціненне багатство природи.*

***Результати досліджень.** Сьогодні незначна кількість виробників запроваджують інноваційні технології. Водночас ці технології нерівномірно розподілені по галузях. Через різний рівень технологічності та виробничих процесів певні галузі більш або менш схильні до впровадження інноваційних технологій. Переважна більшість промислових підприємств у процесі використання нових технологій стикається з конкретними проблемами. Ці*

¹Науковий керівник: Ковка Н.С., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

проблеми можуть бути згруповані за такими напрямками (Andreoni та Anzolin, 2019) (рис. 1):

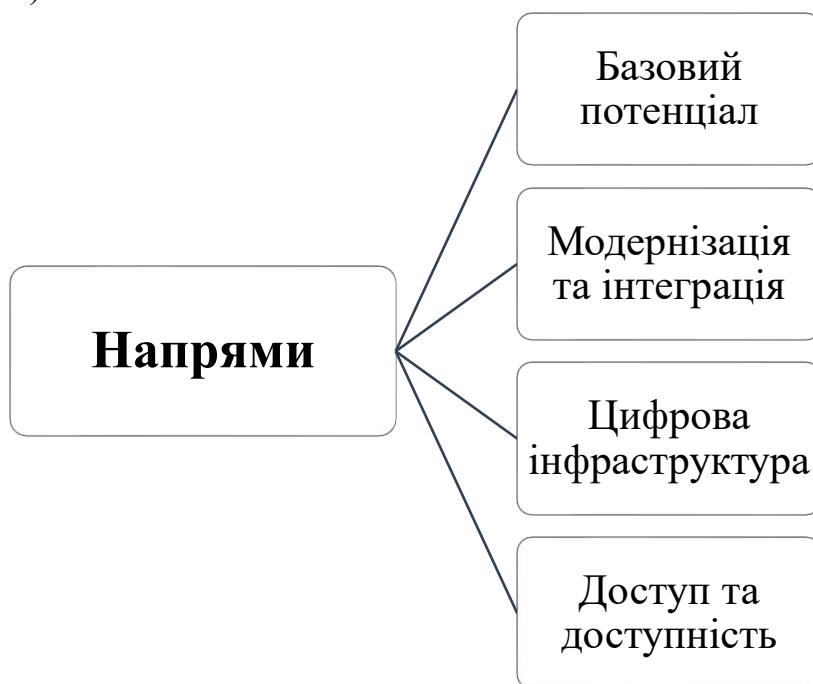


Рис. 1. Напрями використання новітніх технологій

Базовий потенціал. Виробничий потенціал, необхідний для поглинання, розгортання та розповсюдження інноваційних технологій вздовж ланцюгів постачання, обмежений та нерівномірно розподілений. При цьому вказані технології підвищили «поріг базового потенціалу» внаслідок об'єднання нових та існуючих технологій у складні інтегровані технологічні системи.

Модернізація та інтеграція. Якщо компанії вже вклали кошти у технології попереднього покоління, їм необхідно навчитися модернізувати та інтегрувати інноваційні технології у свої існуючі виробничі підприємства. На цьому фоні нові підприємства створюються рідше, оскільки це вимагає значних довгострокових інвестицій та доступу до ринків.

Цифрова інфраструктура. Нові технології вимагають суттєвої інфраструктури для використання у виробництві. Виникають серйозні проблеми у забезпеченні доступної та якісної електроенергії, а також надійного зв'язку. Внаслідок наявності цих та інших проблемних зон в інфраструктурі, інвестиції в технології можуть стати занадто ризиковими та фінансово недоцільними для окремих підприємств.

Доступ та доступність. Інноваційні технології, як правило, контролюються провідними компаніями. Відповідно, більшість підприємств значною мірою покладаються на трансфер цих технологій, і в багатьох випадках, навіть за мобілізації ресурсів, залишаються залежними від постачальників апаратних та програмних компонентів.

Під контроль цих компаній також потрапляють дистанційне зондування та супутникові технології, що створює додаткову залежність підприємств від постачальників цих інноваційних рішень.

Дистанційне зондування та супутникові технології (рис. 2).



Рис. 2 Дистанційне зондування та супутникові технології

-Радар – це пристрій, який використовує радіолокаційні сигнали для вимірювання відстані. Особливістю радара є антена, яка випромінює імпульси. Коли сигнал «зустрічає» перешкоду, він повертається на датчик. За силою зворотного сигналу і часу, витраченому на його шлях, можна визначити відстань від радара до розглядуваного об'єкта.

-Лідар визначає відстань за допомогою світла. Цей метод дистанційного зондування Землі передбачає передачу світлових імпульсів і вимірювання інтенсивності відбитого сигналу. Розташування об'єкта пошуку і відстань до нього розраховуються шляхом множення необхідного часу на швидкість світла.

- Лазерний висотомір (альтиметр) вимірює висоту за допомогою лідара.

- Далекоміри (далекоміри) вимірюють відстань за допомогою одного або двох однакових приладів на різних платформах, які передають сигнали один одному.

- Скаттерометр (рефлектометр) використовується для аналізу відбитого (розсіяного) випромінювання.

- Сонар вивчає погодні умови вертикально, випромінюючи імпульси.

Одна з найважливіших інноваційних технологій, що впливає на охорону біорізноманіття, – це дистанційне зондування Землі за допомогою супутників та дронів. Ці технології дозволяють здійснювати постійний моніторинг стану екосистем з орбіти та з повітря, що дає змогу виявляти зміни в біорізноманітті на ранніх стадіях.

Наприклад, супутникові знімки можуть виявити незаконне вирубування лісів або зміну берегової лінії, що загрожує прибережним екосистемам. Також

супутники та дрони використовуються для спостереження за міграційними шляхами диких тварин, що дозволяє краще зрозуміти, як зміна клімату впливає на їх поведінку і середовище існування.

Геноміка та її вплив на збереження видів

Геноміка – наука, що вивчає генетичний матеріал організмів – відкриває нові можливості для збереження біорізноманіття. Завдяки розшифровці геномів вчені можуть краще зрозуміти еволюційні взаємозв'язки між видами, що дозволяє ефективніше зберігати генофонд рідкісних і зникаючих видів.

Технології секвенування ДНК дозволяють виявляти генетичні різноманітності всередині популяцій, які можуть бути критичними для їх адаптації до змін клімату або нових хвороб. Наприклад, генетична різноманітність є важливою для виживання видів, оскільки вона збільшує шанси на те, що хоча б деякі представники виду зможуть адаптуватися до нових умов.

Штучний інтелект та машинне навчання

Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання вже сьогодні стають потужними інструментами для охорони біорізноманіття. ШІ здатен обробляти величезні обсяги даних, отриманих з різних джерел, таких як супутники, дрони, пастки з фотокамерами та інші пристрої, які збирають інформацію про екосистеми.

Штучний інтелект (ШІ) це галузь науки, яка досліджує технології, що дозволяють комп'ютерам виконувати завдання, які зазвичай вимагають людського інтелекту. Інтелектуальні системи можуть допомогти нам у розробці нових екологічних технологій та рятувати землю від небезпеки.

За допомогою ШІ можна розробляти програмні рішення, які допоможуть відстежувати та контролювати рівень забруднення навколишнього середовища. Це можуть бути системи моніторингу, які автоматично аналізують дані про якість повітря, води та ґрунту. Інтелектуальні системи можуть швидко виявляти небезпечні речовини та повідомляти про них в реальному часі, що дозволить оперативно реагувати на екологічні кризи.

Технології ШІ також можуть бути використані для розробки нових енергетичних систем, які будуть екологічно чистими та відновлюваними. Наприклад, штучний інтелект може допомогти в проектуванні енергоефективних сонячних панелей або вітрових турбін. Інтелектуальні системи можуть аналізувати дані та розробляти оптимальні рішення для забезпечення стабільного та безперебійного енергопостачання.

Застосування ШІ також може сприяти збереженню природних ресурсів. Інтелектуальні системи можуть допомогти в оптимізації процесів виробництва, зменшенні втрат та використанні вторинної сировини.

Наприклад, за допомогою машинного навчання можна автоматично ідентифікувати види на зображеннях або відео, що дозволяє швидше та точніше оцінювати стан популяцій. ШІ також може прогнозувати, як ті чи інші зміни в довкіллі (наприклад, підвищення температури або зміна кількості опадів)

вплинуть на різні види та екосистеми. Ці прогнози можуть допомогти у прийнятті рішень щодо охорони природи.

3D-друк та біомімікрія

Інноваційні технології 3D-друку та біомімікрії (наслідування природи) стають все більш важливими для підтримки екосистем. 3D-друк використовується для створення штучних рифів, які можуть сприяти відновленню морського життя у пошкоджених районах. Ці штучні структури забезпечують середовище для життя багатьох видів, допомагаючи відновити популяції риб та інших морських організмів.

Біомімікрія, у свою чергу, дозволяє вивчати та застосовувати природні рішення для вирішення сучасних екологічних проблем. Наприклад, інженери можуть наслідувати структуру листя, щоб створювати більш ефективні сонячні панелі, або використовувати механізми очищення води, подібні до тих, що використовують молюски.

Україна, з її унікальними природними ресурсами та багатим біорізноманіттям, також активно впроваджує інноваційні технології для його збереження. У Карпатському регіоні, відомому своїми незайманими лісами та багатою флорою і фауною, дрони використовуються для моніторингу стану лісових масивів, а також для запобігання незаконній вирубці.

Наукові установи в Україні активно займаються генетичними дослідженнями, спрямованими на збереження генофонду рідкісних видів рослин і тварин. Наприклад, дослідження популяцій бурого ведмеда та рисі допомагають зрозуміти, як краще зберегти ці види в умовах зміни клімату та антропогенного впливу.

Висновок. Інноваційні технології є потужним інструментом у боротьбі за збереження біорізноманіття. Вони дозволяють ефективніше досліджувати, моніторити та захищати наші екосистеми, допомагаючи нам краще розуміти взаємозв'язки між різними компонентами природи і запобігати негативним наслідкам людської діяльності. В умовах глобальних змін клімату та зростання антропогенного тиску, роль цих технологій стає все більш важливою. Однак, попри всі технологічні досягнення, збереження біорізноманіття також вимагає зміни свідомості кожного з нас – розуміння того, що ми є частиною цього світу і відповідаємо за його майбутнє. Отже, інноваційні технології – це набір методів та засобів, які супроводжують всі етапи впровадження інновацій в компанії та забезпечують її інноваційну політику. Інноваційна технологія, орієнтована на формування творчого, технічного, системне мислення, здатності генерувати нестандартні технічні ідеї при вирішенні виробничих завдань. Таким чином, інноваційні технології є базисом формування економічного потенціалу держави, що базується на використанні високих технологій та інтелектуальної власності. Для розвитку підприємств будь-якої галузі вітчизняної економіки необхідні умови, за яких інноваційні технології використовувалися б максимально ефективно, що вимагає від них постійного оновлення та трансформації, здатності до сприйняття і впровадження інновацій, а отже, підвищення економічного потенціалу України.

Список використаної літератури

1. Мусіна Л. А. Інновації та технології для розвитку зеленої ресурсоефективної економіки України. Л. А. Мусіна, Т. К. Кваша: монографія. К.: УкрІНТЕІ, 2017. 138 с
2. Wilson, E. O. Half-Earth: Our Planet's Fight for Life. Liveright Publishing Corporation. 2016. P. 754
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems. Cambridge University Press. 2019. URL: <https://www.ipcc.ch/srccl/>
4. Skydan O.V., Dankevych V. Ye., Fedoniuk T. P., Dankevych Ye.M, Yaremova M. I. European green deal: Experience of food safety for Ukraine. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 9(2) 2022, Pages: 63-71
5. World Resources Institute (WRI). Satellite Data and AI in Conservation: How Technology is Helping to Protect the World's Biodiversity. 2020. URL: <https://www.wri.org>.
6. WWF (World Wildlife Fund). Living Planet Report 2020: Bending the Curve of Biodiversity Loss. 2020. URL: <https://wwf.panda.org>.
7. Sutherland, W. J., Dicks, L. V., Ockendon, N., & Smith, R. K. (Eds.). (2019). What Works in Conservation 2019. Open Book Publishers.

Дар'я ЗОЦ⁶¹,
студентка 2 курсу,
факультет агрономії, лісівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СТРАТЕГІЇ ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Анотація. Стратегії підвищення родючості ґрунту є ключовим аспектом сталого розвитку у сільському господарстві. У зв'язку зі зростанням населення та змінами клімату, необхідно розглядати інноваційні підходи до управління ґрунтами, щоб забезпечити стабільність врожайів і зберегти природні ресурси. Обговорюються можливі стратегії, такі як використання органічних добрив, агроекологічні методи, а також впровадження технологій збереження ґрунту. Висвітлюються переваги цих стратегій для досягнення сталого розвитку у сільському господарстві та захисту довкілля. Аналізуються також перешкоди та виклики, що можуть виникнути під час впровадження цих стратегій, та

⁶¹Науковий керівник: Шкатула Ю.М., канд. с.-г. н. доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ

шляхи їх подолання. Усе це спрямовано на створення підґрунтя для ефективного управління ґрунтами з метою підвищення їх родючості та забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

Annotation. *Strategies to increase soil fertility are a key aspect of sustainable development in agriculture. With population growth and climate change, innovative approaches to soil management must be considered to ensure crop stability and conserve natural resources. Possible strategies are discussed, such as the use of organic fertilizers, agroecological methods, as well as the implementation of soil conservation technologies. The advantages of these strategies for achieving sustainable development in agriculture and protecting the environment are highlighted. Obstacles and challenges that may arise during the implementation of these strategies and ways to overcome them are also analyzed. All this is aimed at creating a basis for effective soil management with the aim of increasing their fertility and ensuring the sustainable development of the agricultural sector.*

Вступ. Родючість ґрунту визначається його здатністю підтримувати ріст і розвиток рослин. Ця характеристика залежить від доступності в ґрунті необхідних для рослин поживних речовин, вологи, повітря, а також від структури ґрунту та наявності мікроорганізмів. Родючість ґрунту можна підвищити за допомогою органічних та мінеральних добрив, компосту, а також застосуванням методів, що збільшують вміст органічного матеріалу в ґрунті, наприклад, залишаючи рештки рослин (поживні рештки), обробляючи ґрунт за допомогою зеленої маси і т. д. Родючість ґрунтів є важливим фактором для досягнення високих врожаїв та збереження екосистеми [1].

Визначення родючості ґрунту є ключовим етапом у плануванні вирощування рослин і використанні добрив для покращення якості ґрунту. Є декілька методів для визначення родючості ґрунту, а саме хімічний аналіз, вимірювання рН ґрунту, оцінка текстури ґрунту та вивчення рослинного покриву [1].

Підтримання оптимального балансу поживних речовин у ґрунті є важливим аспектом для збереження його родючості та досягнення високої врожайності.

Вибір добрив з вірним співвідношенням азоту (N), фосфору (P) та калію (K) сприяє підтримці оптимального рівня поживних речовин у ґрунті. Збалансовані добрива забезпечують всі необхідні елементи для здорового росту рослин.

Україна має різноманітність ґрунтових типів, деякі з них характеризуються високою родючістю. Найбільш плідні ґрунти в Україні розташовані в південній та центральній частині країни, де сприятливий клімат сприяє розвитку рослин, а вплив гідроморфізму протягом мільйонів років призводить до накопичення великої кількості органічної речовини [1].

Виклад основного матеріалу. Розуміння особливостей ґрунтів в Україні є надзвичайно важливим для аграріїв, як відомо, це основа, без якої неможливо

успішно та ефективно вести бізнес у цій галузі. Типи ґрунтів визначають необхідність поливу, внесення добрив та, безпосередньо, урожайність рослин, що впливає на прибуток аграріїв. Тому важливо розповісти про основні аспекти, які необхідно знати, щоб мати успішний бізнес у сільському господарстві.

Фермерам, які тільки розпочинають свою роботу у цій галузі, а також тим, хто вже має певний досвід, слід перш за все ознайомитися з різноманітністю ґрунтових типів в Україні.

За їх механічним складом (відношенням піску та глини) існують різні види ґрунтів, такі як піщані, супіщані, глинисті та суглинкові [2].

Родючий ґрунт володіє необхідною для рослин кількістю поживних речовин. Якщо врожайність грядок поступово зменшується, а рослини, посаджені в ґрунт, часто хворіють або виглядають не належним чином, ймовірно, причиною є погіршення родючості ґрунту.

Щоб покращити родючість ґрунту та відновити врожайність грядок, можна вжити кілька заходів:

Можна дати можливість ділянкам землі просто відпочити. Це значить, що цілий рік там не будуть посаджені культурні рослини. Проте важливо вчасно видалити виростаючі бур'яни, щоб запобігти їхньому поширенню. Перед настанням зими рекомендується обробити ґрунт на відпочивальній ділянці, перевернувши верхній шар углиб, що сприятиме збереженню родючості ґрунту та підготовці його до наступного вегетаційного сезону.

Самий економний спосіб покращити родючість землі полягає у тому, щоб скосити бур'яни з поверхні незасіяної грядки, де ще не сформувалася рослина. Якщо бур'яни вже виростили високими, їх слід роздрібнити та розкидати по поверхні грядки (шар може досягати 10-15 см), а потім перерити на глибину 20-25 см. Під шаром землі бур'яни будуть розкладатися, надаючи ґрунту значну кількість важливих поживних речовин, що сприятиме покращенню структури ґрунту.

Восени, після збору врожаю та поверхневого оброблення землі, можна засіяти грядки озимим житом. Навесні, після періоду зимування, рекомендується глибоко перерити перезимоване жито разом з бур'янами, які можуть з'явитися до цього часу. Через два тижні, коли земля буде готовою, можна вже сіяти.

Для поліпшення родючості ґрунту часто використовують горох. В цьому випадку городник може збирати врожай, але важливо не пропустити момент: бадилля слід перерити, поки рослини ще залишаються зеленими і не втрачають свою свіжість. Після цього рекомендується посіяти гірчицю, яка, після першого заморозку, загине. Її слід відразу перекопати.

Також існують інші рослини, які можна саджати з подальшим перекопуванням для поліпшення ґрунту і пригнічення бур'янів, серед яких вика, люпин, боби, люцерна, рапс, буркун, конюшина та гречка.

Кожної осені природа надає нам значну кількість листя, яке може слугувати відмінним джерелом для поліпшення родючості ґрунту. Листя можна

зібрати та скласти в купу, пересипаючи землю. Під впливом гниття та переprівання листя, а також високої температури, грибкові спори та личинки погинуть. До настання весни утвориться відмінне добриво, яке можна буде внести в ґрунт.

Іноді ґрунту, так само як і нам, людям, необхідна допомога, щоб відновити своє здоров'я. У таких випадках саджають деякі лікарські рослини, такі як календула, чорнобривці, часник та інші.

Органічні добрива є дуже ефективним засобом для підвищення врожайності земельних ділянок. Проте важливо пам'ятати, що свіжий гній може бути агресивним і спалювати рослини, тому що містить активні компоненти. Лише після переprівання гній перетворюється в безпечне органічне добриво. Пташиний послід і свинячий гноїво потребують більше часу для переprівання, в порівнянні з коров'ячим і кінським гноєм, які переprиваються швидше [3].

Фахівці з ґрунтознавства та практики настійно рекомендують планувати сівоzmіни на період від 5 до 7 років уперед, з включенням обов'язкового 30% площі для бобових трав. Планування сівоzmін на такий тривалий період може бути викликом, оскільки аграрії також хочуть враховувати певні потреби ринку. Однак важливо навчитися працювати з довгостроковим плануванням для досягнення успішних врожаїв.

Незалежно від умов, важливо дотримуватися оптимального планування ротації культур. Найкраще, коли сівоzmіни плануються заздалегідь, або принаймні на 2-3 роки вперед. Це дозволяє агрономам краще контролювати стан ґрунту і вибирати культури з урахуванням їхніх попередників та впливу на структуру ріллі [4].

Зараз у сфері тваринництва спостерігається значне скорочення, що створює проблеми з внесенням достатньої кількості органічних добрив у ґрунт. Однак органічні речовини є необхідним елементом для покращення стану ґрунту, особливо враховуючи його поточний стан. Тому внесення компосту слід зробити обов'язковим етапом в аграрному виробництві. При цьому, технологія приготування компосту не має великого значення [4].

Токсикоз ґрунту відбувається, коли у ньому містяться шкідливі речовини у концентраціях, що перевищують встановлені санітарними нормами, відомі як гранично допустимі концентрації (ГДК). Це може призвести до пригнічення розвитку сільськогосподарських культур та мікроорганізмів ґрунту. Найчастіше спостерігається перевищення вмісту таких речовин:

1. Легкорозчинні солі
2. Рухливий алюміній
3. Закисне залізо
4. Різні органічні токсини

Перевищена концентрація метану, сірководню і вуглекислого газу в ґрунті може мати токсичний вплив на рослини. Підвищена кислотність або лужність також негативно впливають на родючість ґрунту. Хімічний аналіз ґрунту може допомогти виявити ці проблеми та розробити ефективні методи для підвищення родючості землі.

Головним підходом до усунення сольового токсикозу для підвищення родючості землі є застосування меліораційних заходів:

-фітобіологічна меліорація – посадка солестійких культур (люцерна, буркун та ін.);

-хімічна меліорація – внесення гіпсу, фосфогіпсу та інших меліорантів;

-гідромеліорація;

-агротехнічна меліорація

У зоні Полісся відбувається токсикоз, викликаний підвищеною кислотністю ґрунту, а також наявністю рухомого алюмінію. У степовій зоні спостерігається токсикоз від лугів. Підвищена кислотність або лужність ґрунту призводить до обмеженого споживання рослинами основних поживних елементів. Тому важливо забезпечити оптимальне кислотно-лужне середовище для розвитку рослин.

У чорноземних зонах для підвищення родючості ґрунту важливо ефективно використовувати високий потенціал родючості цих ґрунтів та зберігати гумусовий шар від руйнування. Для досягнення цієї мети необхідно правильно обробляти ґрунт, вживати заходи щодо збереження та раціонального використання вологи. Крім того, варто вносити органічні та мінеральні добрива в залежності від потреб культур, сіяти сидерати, використовувати сівозміни та створювати захисні лісові смуги для захисту від вітрової ерозії. Застосування систем зрошення також може бути важливим, проте важливо контролювати його, щоб уникнути засолення ґрунтів.

У зоні сухого степу сільгоспкультури страждають від посухи. Для вирощування цих культур використовують зрошення, яке загрожує вторинним засоленням. Тому важливо дотримуватися чітких норм і графіків поливів. Щоб боротися з поширеним засоленням, рекомендується застосовувати гіпсування на фоні зрошення, сіяти траву та вживати правильно дозовані органічні та мінеральні добрива.

При правильному веденні господарства будь-який ґрунт може поліпшити показники родючості. З дбайливим та уважним ставленням до землі можна досягти високих врожаїв. Аналіз ґрунту на його родючість проводиться у спеціалізованих лабораторіях з метою контролю стану ґрунту та визначення його придатності для сільськогосподарського використання [5].

Висновок. У сучасному світі земельні ресурси стають все більш обмеженими, а питання підвищення родючості ґрунту набувають особливої актуальності. Стратегії підвищення родючості ґрунту мають вирішувати не лише виклики, пов'язані з недостатнім рівнем поживних речовин і забрудненням, але й враховувати аспекти сталого розвитку. Однак, на щастя, існують багато можливостей для підвищення родючості ґрунту. Вони включають в себе використання органічних добрив, компостування, введення в систему сівозмін, вирощування сидератів, раціональне використання водних ресурсів та запобігання засоленню. Крім того, важливою складовою сталого розвитку є збереження біорізноманіття та підтримка різноманітних екосистем, які сприяють збереженню родючості ґрунту. Такий підхід до підвищення

родючості ґрунту враховує не лише поточні потреби, а й майбутність наших нащадків.

Список використаної літератури

1. Рдючість ґрунтів: як визначити та покращити «Тетра-Агро». 2023.
2. URL:https://tetraagro.com.ua/news/rodyucist_gruntiv_yak_viznacity_ta_pok_rashhiti (Дата звернення 27.08.2024)
3. Типи ґрунтів: як підвищити родючість «Тетра-Агро». 2022. URL:https://tetraagro.com.ua/news/tipi_gruntiv_yak_pidvishhiti_rodyucist (Дата звернення 28.08.2024)
4. “Татарбунарський вісник” – загально-політична газета. 2021. URL:<https://tatvest.com.ua/zhyttya/7-sposobiv-pidvyshhennya-rodyuchosti-gruntu/> (Дата звернення 01.09.2024)
5. Олена Басанець. Способи покращення стану ґрунтів. 2020. URL:<https://superagronom.com/articles/407-10-sposobiv-pokraschennya-stanu-gruntiv> (Дата звернення 29.08.2024)
6. Як поліпшати родючість ґрунту ТОВ «УкрХімАналіз». 2019. URL:<https://himanaliz.ua/uk/yak-polipshiti-rodyuchist-gruntu/> (Дата звернення 30.08.2024)

Мар’ян КЛИМЮК⁶²,
студент 2 курсу,
факультет екології, лісництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЛІСОВІ РЕСУРСИ І ШЛЯХИ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Анотація. В даній роботі йдеться про лісові ресурси і шляхи їх раціонального використання. Зазначається, що лісові ресурси є фундаментальними для добробуту людини та навколишнього середовища, оскільки вони забезпечують сировину, екологічні послуги та середовище існування для біорізноманіття. Для того, щоб забезпечити їхню стійкість, необхідно раціонально їх використовувати. Збереження лісів сприяє збереженню цінної екосистеми, котра дає нам незліченні переваги. Ліси є поглиначами вуглецю, допомагаючи пом’якшити кліматичні зміни, поглинаючи та накопичуючи велику кількість CO₂. Задоволення потреб населення раціональним, постійним та екологічно розумним способом є найбільшим викликом, що стоїть перед сучасними суспільствами. Лісові ресурси відіграли значну роль у розвитку цивілізації та зробили значний внесок у національний дохід.

⁶²Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

Ключові слова: лісові ресурси; навколишнє середовище; раціональне використання; стійкість; екосистема; кліматичні зміни.

Annotation. *This work deals with forest resources and ways of their rational use. Forest resources are fundamental to human and environmental well-being as they provide raw materials, ecological services and habitats for biodiversity. In order to ensure their stability, it is necessary to use them rationally. Preserving forests contributes to the preservation of a valuable ecosystem that provides us with countless benefits. Forests are carbon sinks, helping to mitigate climate change by absorbing and storing large amounts of CO₂. Meeting the needs of the population in a rational, sustainable and environmentally sound way is the biggest challenge facing modern societies. Forest resources have played a significant role in the development of civilization and have contributed significantly to national income.*

Keywords: *forest resources; environment; rational use; stability; ecosystem; climatic changes.*

Вступ. Загальновідомо, що на сьогоднішній день задовольняти потреби населення раціональним, тривалим і екологічно розумним способом є чи не головним викликом сучасного суспільства. Беззаперечно ліси є домом для великої різноманітності видів рослин і тварин. Вони відіграють вирішальну роль у збереженні глобального біорізноманіття. Варто врахувати те, що планування та управління стосовно раціонального використання лісових ресурсів в свою чергу передбачає довгострокове планування лісового господарства, яке гарантує, що рубка не перевищує природну швидкість відновлення лісу. Відповідно стале лісове господарство сприяє відновленню лісів і посадці дерев з районів, де відсутні лісові масиви, а також управлінню місцевими видами для підтримки біорізноманіття.

Мета даної роботи полягає у виявленні шляхів належного і раціонального використання лісових ресурсів.

Виклад основного матеріалу. Внаслідок вирубки лісів, зміни клімату та втрати біорізноманіття здоров'я нашої планети висить на волоссі. На щастя, існують такі підходи, як заліснення та відновлення лісів, щоб усунути його наслідки. Цілі лісорозведення різноманітні, від перетворення безплідних територій у ліси до отримання екологічних, економічних і соціальних вигод, завжди з ідеєю посадки дерев.

Заліснення має переваги та недоліки, оскільки погане планування під час посадки нових дерев може спричинити проблеми. Одним із можливих підходів до покращення планування та відкриття шляху до інновацій у лісовому господарстві є використання даних дистанційного зондування та технології машинного навчання.

Збереження лісів має важливе значення для підтримки біорізноманіття, регулювання клімату та підтримки засобів до існування мільйонів людей у всьому світі. Ефективні стратегії збереження спрямовані на захист і стале

управління лісами, щоб забезпечити їх екологічне здоров'я та їх здатність забезпечувати ресурси та екосистемні послуги [1].

Варто бережливо та раціонально використовувати лісові ресурси. Як відомо, лісові ресурси є природними активами в лісових екосистемах, які забезпечують широкий спектр переваг для людей, дикої природи та навколишнього середовища. Ці ресурси включають як матеріальні продукти, такі як деревина та недеревні вироби, так і нематеріальні послуги, такі як поглинання вуглецю та збереження біорізноманіття.

Ліси зберігають багатство генетичного різноманіття, яке є важливим для програм розведення, поліпшення сільського господарства та біотехнологічних інновацій. Це генетичне різноманіття має вирішальне значення для розробки нових культур, ліків та інших продуктів.

Не секрет, що ліси служать природними лабораторіями для вивчення екології, біології, кліматології та інших галузей. Вони пропонують уявлення про природні процеси та вплив людини на навколишнє середовище.

Раціональне управління лісовими ресурсами має важливе значення для того, щоб ці ресурси використовувалися стабільно та продовжували приносити користь нинішнім і майбутнім поколінням. Це передбачає:

- Сталий збір врожаю, котрий полягає в забезпеченні того, щоб швидкість видобутку ресурсів не перевищувала швидкість природного відновлення.

- Зусилля щодо збереження, тобто сприяння захисту критичних середовищ існування, збереження біорізноманіття та запобігання вирубці та деградації лісів.

- Лісовідновлення та лісорозведення, а саме це посадка дерев для відновлення та розширення лісових площ.

- Залучення місцевих громад до ведення лісового господарства та забезпечення їхньої вигоди від сталого використання.

- Сприяння розумінню цінності лісів і потреби в сталих практиках [2].

Розумно оцінюючи лісові ресурси та керуючи ними, ми можемо переконатися, що ліси й надалі забезпечуватимуть основні послуги та ресурси, життєво важливі для життя на Землі.

Ліси є основним джерелом деревини, яке використовується для будівництва, меблів, паперу та як джерело палива. Деревина є одним з найбільш економічно цінних ресурсів, отриманих з лісу. Вироби, котрі отримані з деревини це пиломатеріали, фанера, шпон і балансова деревина. Деревина також використовується для виробництва деревного вугілля та іншого палива на деревній основі.

Фахівці в сфері лісового господарства в своїй діяльності повинні застосовувати стійкі практики лісозаготівлі. Вони мають впроваджувати вибіркову рубку зі зниженим впливом і забезпечувати вирубку лише обмеженої кількості дерев для підтримки екологічного балансу лісу. Дуже важливо впроваджувати методи управління лісами, які сприяють природному відновленню, біологічному різноманіттю та здоров'ю лісів. Це включає

ретельне планування лісозаготівель, захист чутливих територій і відновлення деградованих лісів. Окрім цього слід оптимізувати використання деревини та інших лісових продуктів, мінімізуючи відходи та максимізуючи термін їх корисного використання. Можна також заохочувати використання альтернативних матеріалів і переробку лісових продуктів [3].

Стосовно раціонального використання лісів дуже важливою є розробка та реалізація планів управління лісами, які включають практику вибіркової рубки, лісовідновлення та збереження біорізноманіття. Відповідно ці плани необхідно адаптувати до місцевих умов і періодично переглядати. Також необхідно створити системи моніторингу, які дозволять фахівцям, котрі задіяні в сфері лісового господарства регулярно оцінювати здоров'я лісу та коригувати практику управління відповідно до екологічних або соціальних змін.

Варто зазначити те, що спеціалісти в сфері лісового господарства мають сприяти висадженню дерев на знеліснених територіях, використовуючи місцеві види, які сприяють відновленню екосистеми. Після вирубки потрібно пересадити дерева з тією метою, щоб відновити лісовий покрив. Залісення або посадка дерев на територіях, які раніше не були вкриті лісом також може збільшити лісові ресурси та забезпечити екологічні переваги.

На сьогоднішній день вважається за необхідне, щоб уряд нашої держави сприяв прийняттю тих законів та правил, котрі захищають ліси від незаконної вирубки та нестабільної експлуатації, включаючи ефективні санкції для тих, хто порушує ці правила. Також доцільно підвищити прозорість в управлінні лісами та створити системи громадського нагляду для забезпечення дотримання правил та участі громади в захисті лісів. Необхідно, щоб працівники, котрі задіяні в сфері лісового господарства використовували супутникові зображення, дрони (БПЛА) та наземні патрулі для моніторингу лісів і виявлення незаконної діяльності. Саме тому дуже важливо посилити правозастосування шляхом посилення штрафів за незаконну вирубку, а також потрібно забезпечити притягнення порушників до відповідальності [4].

Слід наголосити на тому вагомому чиннику, що фахівці, котрі задіяні в галузі лісового господарства в свою чергу повинні сприяти підвищенню ефективності виробничого ланцюга лісової продукції, зменшенню відходів деревини та сприяння переробці та повторному використанню. В сучасних умовах потрібно застосовувати технології, які мінімізують вплив на навколишнє середовище під час експлуатації лісів і виробництва продукції, отриманої з лісу.

Як відомо, загальна ж площа лісів в Україні становить більше 10 мільйонів гектарів, або 15,9 % від її території. Варто взяти до уваги те, що найбільша лісистість – в Українських Карпатах (42 %). На превеликий жаль лісистість у природних зонах рівнинної частини закономірно зменшується з півночі на південь (рис.1). За показником лісистості території, Україна належить до «малолісних країн Європи». Потрібно врахувати те, що за своїм призначенням і розташуванням лісові зони України виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі функції, а також забезпечують потреби суспільства в лісових ресурсах.

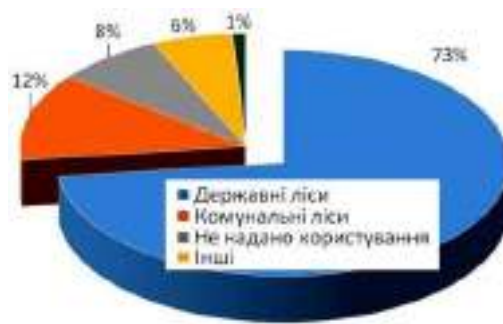


Рис. 1. Розподіл загальної площі земель лісового фонду України за відомчою підпорядкованістю [2]

Варто зауважити те, що вагомим чинником є залучення місцевої громади до управління та збереження лісів, поважаючи їхні традиційні знання та гарантуючи, що вони отримають вигоду від раціонального лісокористування. Окрім цього фахівці, котрі спеціалізуються в лісовому господарстві мають впроваджувати програми, які дозволяють громадам стабільно забезпечувати економічні стимули для захисту лісів.

Беззаперечним є той факт, що зміна клімату вже впливає на всі аспекти людського суспільства та природи, особливо на ліси. Потепління клімату призведе до зникнення багатьох видів через порушення тонко збалансованих екосистем, від яких залежить незліченна кількість істот.

Якщо фахівцям з лісового господарства та залученій громаді проводити значну кількість часу у лісах і садити нові дерева, то люди більше цінуватимуть світ природи та матимуть більше зв'язку з ним, а також матимуть позитивний вплив на особисте здоров'я та благополуччя. Оскільки світ урбанізується і люди проводять більше часу в Інтернеті, то суспільство все більше відокремлюється від природи [5].

Загальновідомо, що однією з найпотужніших причин знищення лісів є необізнаність. Оскільки стародавні дерева падають у всьому світі та завдають великої шкоди, а наше суспільство все більше відокремлюється від природи. Ми всі повинні зробити свій внесок у поширення інформації про важливість лісових екосистем. Відповідно саме тому нам потрібно залучатися до місцевої лісової організації, щоб уникати непоправної шкоди довкіллю та дбати про раціональне використання лісів. Вкрай важливо поширювати обізнаність про лісові проблеми. Можна почати з поширення важливої інформації стосовно раціонального використання лісів у соціальних мережах. Нам потрібно розуміти те, що людство не виживе без лісу. Ми всі повинні працювати разом, щоб ліси процвітали для наших дітей та онуків.

Розуміння життєво важливої ролі, яку відіграють ліси в нашій екосистемі, має вирішальне значення. Потрібно витратити деякий час на дослідження різних типів лісів, їх унікальних екосистем, загроз, з якими вони стикаються, і того, як вирубка лісів впливає на навколишнє середовище. Слід наголосити на тому чиннику, що пропаганда політики боротьби зі зміною клімату є потужним способом захисту лісів [6].

Необхідно мати на увазі, що раціональне використання лісу справді має вирішальне значення для підтримки балансу між задоволенням потреб людини та збереженням навколишнього середовища. Ліси забезпечують необхідні ресурси та екосистемні послуги, і їх належне використання гарантує, що ці переваги збережуться на безпечно та продуктивне майбуття.

Слід вказати на те, що ліси є домом для неймовірного розмаїття видів рослин і тварин. Раціональне використання гарантує збереження цього біорізноманіття, що є життєво важливим для стійкості екосистеми, генетичного різноманіття та загального здоров'я планети. Ліси також відіграють важливу роль у регулюванні клімату Землі, поглинаючи вуглекислий газ (CO₂) і вивільняючи кисень. Відповідно раціональне використання лісів допомагає пом'якшити зміну клімату шляхом підтримки та збільшення цих поглиначів вуглецю.

Варто зазначити той факт, що ліси захищають ґрунт від ерозії, підтримують кругообіг води та забезпечують постачання чистої води. Належне управління лісами запобігає знищенню та деградації лісів, що може призвести до ерозії ґрунту, зниження якості води та порушення кругообігу води. Потрібно врахувати той вагомий чинник, що раціональне використання лісів передбачає стаке управління і відповідно це сприятиме уникненню надмірної експлуатації та сприянню того, щоб ліси продовжували забезпечувати дуже важливі ресурси в довгостроковій перспективі. Раціональне лісокористування – це не лише збереження; мова йде про пошук сталого шляху вперед, який принесе користь як людям, так і навколишньому середовищу [7].

На сьогоднішній день вважається за необхідне включити вагоме питання стосовно збереження лісів у шкільні навчальні програми та громадські програми для того, щоб навчити наступне покоління цінності лісів і способам їх захисту та раціонального використання.

Доцільно вказати на те, що працівники в сфері лісового господарства мають сприяти агролісомеліорації, яка інтегрує дерева в сільськогосподарські системи, забезпечуючи численні переваги, такі як покращення стану ґрунту, збільшення біорізноманіття та шукати шляхи раціонального використання лісів. Впроваджуючи стратегії стосовно раціонального використання лісів ми можемо ефективно працювати над їх збереженням гарантуючи, що вони продовжуватимуть надавати життєво важливі екосистемні послуги, захищати біорізноманіття та боротися зі зміною клімату в майбутньому.

Завдяки раціональному використанню лісів є хороша перспектива захистити ліси від деградації та вирубки, гарантуючи, що вони продовжуватимуть надавати важливі екологічні послуги та підтримувати багате біорізноманіття, яке вони містять. Збереження лісів має важливе значення не тільки для навколишнього середовища, але й для добробуту всієї планети та безпечного майбутнього.

Вирубка лісів є однією зі згубних екологічних проблем, які існують в Україні та у всьому світі. Отже, через швидкий розвиток, люди надавали перевагу економіці, а не навколишньому середовищу. Лісовідновлення є однією

з ініціатив, які фахівці в галузі лісового господарства разом із залученою громадою реалізують для вирішення цієї проблеми. Проте мета щодо відновлення лісів на певних оголених ділянках має бути достатньо добре спланована та переглянути види, які доцільно висаджувати у відповідному місці. Як багато хто вважає, навколишнє середовище не є пріоритетом для більшості людей. Як наслідок, мало уваги приділяється тому, чи завдають інвазивні види шкоди навколишньому середовищу, що може призвести до екологічної та соціально-культурної катастрофи і відповідно це може негативно вплинути на використання лісових ресурсів [4].

Посадка дерев стала однією з популярних ініціатив як найкраще рішення проти вирубки лісів і відповідно саме це сприятиме раціональному використанню лісових ресурсів. Це проста, але приваблива відповідь, яку може зробити кожен, тому що кожен може взяти участь і посадити дерево, щоб допомогти відновити наші ліси. Це одна хороша дія, яку може зробити кожен. Однак ми зазвичай більше зосереджуємося на кількості нових дерев, які появляються на землі, а не на посадці точних дерев і догляду за ними після посадки, щоб забезпечити їхнє виживання. Потрібно змінити звичне «посадити і піти» на «посадити та охороняти», щоб забезпечити належний ріст цих нових дерев. Розширення наших ресурсів для управління та моніторингу нещодавно висаджених місцевих дерев є способом забезпечити успішне відновлення лісів та сприянням раціональному використанню лісових ресурсів [7].

В умовах сьогодення важливо зорієнтувати людей щодо цих екзотичних видів та їх впливу на навколишнє середовище. Необхідно приділяти більше уваги посадці місцевих дерев. Показуючи людям їхню важливість у наданні екосистемних послуг, соціально-економічну та культурну цінність, а також здатність до адаптації та стійкість до мінливості клімату та природних катаклізмів спонукатиме їх висаджувати більше місцевих дерев. Відновлення лісів може бути легко досягнуто у співпраці з місцевою владою, широкою громадськістю, академічними та приватними організаціями. При належній реалізації такої діяльності та оприлюдненні інформації для кращої обізнаності можна гарантувати відновлення лісів з використанням місцевих дерев. Місцеві дерева з часом будуть збережені, особливо ті види, які знаходяться під загрозою зникнення через вирубку лісів.

Земля є домом для величезної різноманітності рослин і тварин, і вона забезпечує людей у всьому світі їжею, паливом, ліками тощо. Ліси займають майже третину поверхні Землі, забезпечують нас киснем і забезпечують температуру Землі, придатну для життя. Зберігаючи лісові ресурси, ми також захищаємо воду, оскільки ліси діють як величезні губки, вбираючи опади та гарантуючи, що вони залишаються чистими [3].

Припинення вирубки лісів – наш найкращий шанс зберегти дику природу та захистити права лісових громад. Крім того, це один із найшвидших і найефективніших способів приборкати глобальне потепління. Підтримуючи лісові ресурси здоровими ми гарантуємо те, що вони будуть нашими союзниками проти потепління клімату.

Переробка паперу та картону є розумним кроком для збереження лісових ресурсів. Кожного разу, коли люди переробляють папір, вони допомагають скоротити потребу в новому папері, а це означає, що буде вирубано менше дерев. Необхідно постійно думати про те, скільки картону та паперу потрапляє у наші будинки щотижня: коробки з крупами, пошта, документи тощо. Купівля виробів з переробленого паперу – розумний крок. Відповідно це сприяє раціональному використанню лісових ресурсів і в той же час підтримує нашу планету здоровою. Використання меншої кількості паперу та перехід на цифрові технології мають велике значення [5].

Отже, наші ліси – це не лише чудові царства природи, але й джерело життя нашої планети. Їх захист – це не просто відповідальність; це моральний обов'язок і інвестиція в майбутнє. Потрібно наголосити на тому, що для захисту наших лісів – впровадження сталого способу життя, підтримка ініціатив з лісовідновлення, практикуючий відповідальний туризм, пропаганда збереження лісів, а також освіта та надихання інших – є опорою наших спільних зусиль для того, щоб гарантувати, що ці чарівні ліси й надалі живуть та процвітають. Здійснюючи важливі кроки сьогодні, ми можемо залишити красу та стійкість наших лісів ще ненародженим поколінням. Майбутнє наших лісів і, власне, майбутнє нашої планети в наших руках.

Висновки. Отже, раціональне використання лісових ресурсів передбачає стаке управління лісами для забезпечення їх довгострокової доступності та здоров'я, збалансовуючи екологічні, економічні та соціальні потреби. Прийняття ефективних і, насамперед, довгострокових програм збереження та використання лісових ресурсів є життєво необхідним. Ліси, безцінні природні фільтри води, відіграють вирішальну роль у покращенні якості води, ефективно вловлюючи осад і поглинаючи шкідливі забруднювачі. Крім того, перетворення сільськогосподарських угідь на ліси за допомогою лісорозведення може зменшити потоки вимивання нітратів у ґрунті та поверхневі води, насамперед тому, що менше азоту додається до ґрунту у вигляді добрив і гною. Таким чином, лісові ресурси мають значний економічний вплив, який виходить за рамки лісової промисловості та охоплює численні сектори та аспекти соціально-економічного розвитку. Стаке управління цими ресурсами має важливе значення для отримання максимальної довгострокової економічної вигоди та забезпечення їх збереження для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Дяченко М., Жмуденко В., Чукіна І. Обґрунтування пріоритетів стратегічного розвитку лісового господарства на основі інвестиційно-інноваційної підтримки. *Економіка та суспільство*. 2021. №24. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-24-25> (дата звернення: 16.08.2024).
2. Інноваційні ліси США: мрія чи реальність? 2023. URL: <https://novadoba.kiyiv.ua/2021/05/21/7910> (дата звернення: 16.08.2024).

3. Лукомська А.Є., Ярошенко А.С. Досвід зарубіжних країн щодо вдосконалення механізмів державного управління в екологічній сфері в контексті євроінтеграції. *Прикарпатський юридичний вісник*. 2021. № 1. С. 61–64.

4. Макогон Ю.В., Мартиненко О.В. Європейський досвід та українські перспективи розвитку експортного потенціалу деревообробних підприємств в Україні. 2022. URL: <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/201184>. (дата звернення: 16.08.2024).

5. Мендела Є. Інноваційний розвиток лісової галузі України. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2022. № 6(1), С. 50–60. URL: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-312-6\(1\)-8](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-312-6(1)-8) (дата звернення 16.08.2024).

6. Моніторинг внутрішнього споживання вітчизняних лісоматеріалів. Офіційний сайт Державного агентства лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/vikoristannya-lisovih-resursiv/monitoring-vnutrishnogo-spozhivannyavitchiznyanih-lisomaterialiv> (дата звернення 16.08.2024).

7. Полякова Л., Абрусато С. Status quo report. Підтримка відновлення та сталого управління українськими лісами та лісовим сектором. URL: https://foresteu-rope.org/wp-content/uploads/2022/12/Statusquo-report_2022_Ukraine-forest-sec-tor.pdf (дата звернення: 16.08.2024).

Наталя КРАВЧУК⁶³,
студентка 3-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЯК САХАРА ЗБЕРІГАЄ АМАЗОНКУ ЗЕЛЕНОЮ

Анотація. Коли сонце сідає на безкраї простори пустелі Сахара, піски світяться помаранчевим відтінком, відкидаючи довгі тіні на дюни. Прохолодний нічний вітерець доносить аромат екзотичних спецій і далекі звуки дикої природи пустелі. Тим часом, глибоко в серці амазонських тропічних лісів, верхній полог фільтрує сонячне світло, перетворюючи його на калейдоскоп кольорів і форм. Повітря наповнене ароматом пишної рослинності, щебетанням птахів і шелестом листя. Пустеля Сахара та тропічні ліси Амазонки – два найбільш вражаючі та контрастні ландшафти на планеті, кожен з яких має унікальну красу та привабливість. Незважаючи на тисячі кілометрів одне від одного, ці два середовища пов'язує таємничий зв'язок, який можна описати лише як космічну романтику. Їх пов'язує нерозривний зв'язок, який є таким же давнім, як і сам час. Сахара, з її

⁶³Науковий керівник: Мазур О.В., асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

безмежним морем піщаних дюн і скелястими ландшафтами, є місцем суворої краси. Це ландшафт, який спонукає вас розширити свої межі і відкрити в собі внутрішню силу і стійкість, що криється всередині. Тут сонце сідає з вогненною інтенсивністю, розливаючи по небу яскраві відтінки помаранчевого і рожевого, перш ніж поступитися місцем наповненій зірками ночі, від якої перехоплює подих. Тим часом, Амазонка — це чарівне місце, світ, що кипить життям і життєвою енергією. Це пишні зелені джунгли, де кожен сантиметр простору наповнений яскравими відтінками екзотичних квітів, високих дерев і нескінченної кількості істот. Повітря важке від звуків щибетання птахів, шелесту листя та випадкового ревіння хижака, що причаївся. Але, незважаючи на свої відмінності, Сахара та Амазонка мають зв'язок, який сягає глибше, ніж географія. Це дві половини космічного цілого, інь та янь, які врівноважують одна одну. Хоча Сахара може бути посушливою і безплідною, це також місце суворої краси, де сила стихій проявляється в повній мірі. Натомість Амазонка може бути переповнена життям, але це також місце небезпеки і таємниць, де найменший невірний крок може призвести до катастрофи. Проте, незважаючи на відмінності, ці два ландшафти об'єднують відчуття вічної романтики, відчуття того, що все можливо, і що магія може статися будь-якої миті. Можливо, так сонце сідає над Сахарою, розливаючи потойбічне сяйво по піску. Або так, як туман піднімається над Амазонкою, огортаючи джунгли неземною пеленою. Але є один інтимний зв'язок: пустеля знаходить спосіб передати свою любов Лісу. Давайте прочитаємо любовний лист, написаний на золотому піску, який Сахара надсилає своїй коханій Амазонці.

Abstract. As the sun sets on the vast expanse of the Sahara Desert, the sands glow orange, casting long shadows over the dunes. The cool night breeze brings the scent of exotic spices and the distant sounds of desert wildlife. Meanwhile, deep in the heart of the Amazon rainforest, the upper canopy filters the sunlight, turning it into a kaleidoscope of colours and shapes. The air is filled with the scent of lush vegetation, birds chirping, and rustling leaves. The Sahara Desert and the Amazon rainforest are two of the most spectacular and contrasting landscapes on the planet, each with its own unique beauty and appeal. Despite being thousands of kilometres apart, these two environments share a mysterious bond that can only be described as a cosmic romance. They are bound by an unbreakable bond that is as old as time itself. The Sahara, with its endless sea of sand dunes and rocky landscapes, is a place of rugged beauty. It is a landscape that encourages you to push your limits and discover the inner strength and resilience that lies within. Here, the sun sets with fiery intensity, casting vivid shades of orange and pink across the sky before giving way to a star-filled night that takes your breath away. Meanwhile, the Amazon is a magical place, a world teeming with life and vital energy. This is a lush green jungle, where every centimeter of space is filled with bright shades of exotic flowers, tall trees, and an infinite number of creatures. The air is heavy with the sounds of chirping birds, rustling leaves, and the occasional roar of a lurking predator. But

despite their differences, the Sahara and the Amazon share a connection that goes deeper than geography. They are two halves of the cosmic whole, yin and yang, which balance each other. Although the Sahara may be arid and barren, it is also a place of stark beauty, where the power of the elements is on full display. In contrast, the Amazon may be teeming with life, but it's also a place of danger and mystery, where the slightest wrong move can lead to disaster. However, despite their differences, these two landscapes share a sense of eternal romance, a sense that anything is possible and that magic can happen at any moment. Perhaps this is how the sun sets over the Sahara, casting anotherworldly glow on the sand. Or as the fog rises above the Amazon, enveloping the jungle in an unearthly veil. But there is one intimate connection: the desert finds a way to convey its love to the forest. Let's read the love letter written on golden sand that the Sahara sends to her beloved Amazon.

Вступ. Що пов'язує найбільшу, найспекотнішу пустелю Землі з найбільшим тропічним лісом?

Пустеля Сахара – це майже безперервна коричнева смуга піску та чагарників, що тягнеться через північну третину Африки. Амазонські дощові ліси – це густа зелена маса вологих джунглів, що вкривають північний схід Південної Америки. Але після того, як сильні вітри проносяться над Сахарою, в повітрі здіймається коричнева хмара, яка простягається між континентами і зв'язує воєдино пустелю і джунглі. Це пил. І багато пилу.

Вперше супутник NASA виміряв у трьох вимірах, скільки пилу здійснює цю трансатлантичну подорож. Вчені не тільки виміряли об'єм пилу, вони також підраховали, скільки фосфору – залишків у пісках Сахари, що залишилися від частини пустелі, яка колись була озерним дном – переноситься через океан з одного з найпустельніших місць планети до одного з найродючіших її куточків. Трансконтинентальна подорож пилу важлива через те, що міститься в ньому. Зокрема, пил, піднятий з западини Боделе в Чаді, древнього озерного дна, де гірські мінерали, що складаються з відмерлих мікроорганізмів, насичені фосфором. Фосфор – важлива поживна речовина для рослинних білків і росту, від якої залежить процвітання дощових лісів Амазонії.

Поживні речовини – ті самі, що містяться в комерційних добривах – дефіцитні в амазонських ґрунтах. Натомість вони замкнені в самих рослинах. Опале листя, що розкладається, та органічні речовини забезпечують більшість поживних речовин, які швидко поглинаються рослинами і деревами після потрапляння в ґрунт. Але деякі поживні речовини, зокрема фосфор, змиваються дощами в струмки і річки, що стікають з басейну Амазонки, як повільно протікаюча ванна.

Фосфор, який потрапляє в ґрунти Амазонії з пилом Сахари, становить приблизно 22 000 тонн на рік – це приблизно стільки ж, скільки втрачається під час дощів і повеней. Це відкриття є частиною більш масштабних досліджень, спрямованих на розуміння ролі пилу і аерозолів у навколишньому середовищі, а також на місцевий і глобальний клімат.

Виклад основного матеріалу. Коли сухі пилові вітри Сахари проносяться над Атлантикою, вони несуть з собою багаті на поживні речовини частинки пилу, які падають на басейн Амазонки. Ці частинки, відомі як пилові добрива, забезпечують життєво важливі поживні речовини, необхідні для виживання тропічних лісів. Без цих поживних речовин Амазонка не змогла б підтримувати різноманітність рослинного і тваринного світу, який є її домом.

Ми знаємо, що пил дуже важливий у багатьох відношеннях. Він є невід'ємним компонентом земної системи. Пил впливатиме на клімат, і в той же час зміни клімату впливатимуть на пил. Щоб зрозуміти, якими можуть бути ці впливи, «спочатку ми повинні спробувати відповісти на два основні питання. Скільки пилу транспортується? І який зв'язок між кількістю перенесеного пилу та кліматичними показниками?» [1]

Нові оцінки перенесення пилу були отримані на основі даних, зібраних лідарним інструментом на супутнику НАСА (рис. 1) для спостереження за хмарно-аерозольним лідаром і інфрачервоним зондуванням (CALIPSO) з 2007 по 2013 рік. [3]

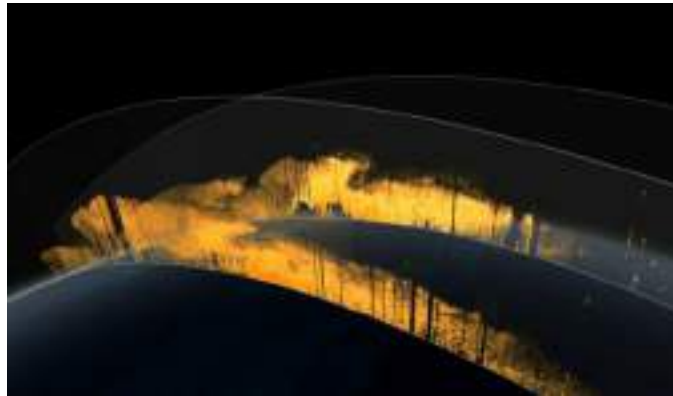


Рис.1. Лідарний прилад на борту супутника CALIPSO посилає імпульси світла, які відбиваються від частинок в атмосфері і повертаються назад на супутник. Він відрізняє пил від інших частинок на основі оптичних властивостей. Обкладинка: Студія наукової візуалізації NASA: Студія наукової візуалізації, Центр космічних польотів імені Годдарда НАСА.

Дані показують, що вітер і погода піднімають в середньому 182 мільйони тонн пилу щороку і переносять його повз західний край Сахари на довготі 15 західної довготи. Цей обсяг еквівалентний 689 290 напіввантажівкам, наповненим пилом. Потім пил долає 1600 миль через Атлантичний океан, хоча частина його падає на поверхню або змивається з неба дощем. Біля східного узбережжя Південної Америки, на 35-й довготі, 132 мільйони тонн залишаються в повітрі, а 27,7 мільйона тонн – достатньо, щоб заповнити 104 908 напіввантажівок – випадають на поверхню над басейном Амазонки. Близько 43 мільйонів тонн пилу подорожують далі і осідають над Карибським морем, за 75-ю довготою.

Щороку вітри Сахари піднімають в атмосферу величезні хмари пилу і переносять їх на тисячі кілометрів через Атлантичний океан. Цей пил містить безліч життєво важливих поживних речовин, таких як фосфор, необхідних для росту рослин. Коли цей пил потрапляє в басейн Амазонки, він удобрює ліс,

забезпечуючи поживними речовинами, необхідними для росту незліченних видів дерев, рослин і тварин. Підраховано, що на Амазонку щорічно випадає до 22 000 тонн пилу з Сахари, що є життєво важливим джерелом живлення для найбільшого у світі тропічного лісу. Але зв'язок між цими двома екосистемами глибший, ніж просто пил Сахари. Інтенсивна спека Сахари створює зону низького тиску, яка втягує вологу з Атлантичного океану. Ця волога розноситься по континенту, випадаючи у вигляді дощів над басейном Амазонки і забезпечуючи водою, необхідною для росту лісів. Таким чином, Сахара і Амазонка є двома частинами більш широкої глобальної кліматичної системи та екологічних моделей. Вони не є ізольованими регіонами, а пов'язані між собою складними взаємозв'язками, які впливають на всю планету. Наприклад, пил, що дме з Сахари, не лише живить Амазонку, але й сприяє формуванню хмар над Атлантичним океаном. Ці хмари допомагають охолоджувати поверхню океану і регулюють глобальний клімат, впливаючи на погодні умови та екосистеми по всьому світу. Ця складна мережа зв'язків нагадує нам про взаємозалежність нашої планети і необхідність підходити до екологічних проблем комплексно. Вивчаючи і розуміючи ці зв'язки, ми можемо глибше усвідомити складність і красу природного світу і працювати над його збереженням і захистом для майбутніх поколінь.

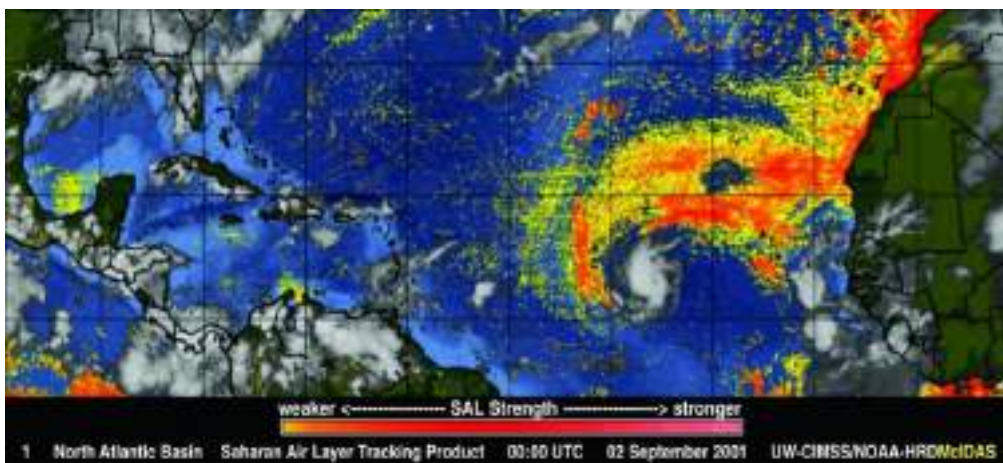


Рис. 2. Джерело: (Джейсон Даніон) – <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/sensing-our-planet/saharan-dust-versus-atlantic-hurricanes>

Зв'язок між екосистемами Сахари та Амазонки не обмежується лише передачею поживних речовин та вологи. Вчені також виявили, що пил Сахари відіграє життєво важливу роль у придушенні ураганної активності в Атлантичному басейні. Дослідження показало, що присутність пилу Сахари може обмежити розвиток і посилення тропічних штормів і ураганів (рис.2.). Це відбувається тому, що частинки пилу поглинають сонячне світло і зменшують кількість енергії, доступної для живлення штормів. Крім того, пил може створювати шар сухого повітря, який перешкоджає утворенню грозових розрядів, що є будівельним матеріалом для ураганів. Це особливо важливо в Атлантичному басейні, де теплі температури океану можуть створити ідеальні умови для формування ураганів. Так, пил Сахари не лише живить тропічні ліси

Амазонки, але й допомагає захистити прибережні громади в Америці від руйнівного впливу ураганів. Цей зв'язок підкреслює важливість розуміння складних взаємодій між різними екосистемами та кліматичними моделями, а також необхідність застосування цілісного підходу до збереження довкілля [2].

Більше того, нещодавні дослідження показали, що вплив зміни клімату на ці дві екосистеми може бути взаємопов'язаним. Кліматичні моделі припускають, що пустеля Сахара може розширитися в міру потепління планети, створюючи ще більше пилу, який може вплинути на Амазонку і кліматичну систему в цілому. Крім того, тропічні ліси Амазонії, які часто називають «легенями Землі», є важливим поглиначем вуглецю, що поглинає величезну кількість вуглекислого газу з атмосфери. Однак із потеплінням клімату зростає ризик лісових пожеж і вирубки лісів, що може призвести до викиду величезної кількості вуглецю в атмосферу і прискорити глобальне потепління.

Таким чином, ми бачимо, як сувора і невблаганна пустеля Сахара гармонійно поєднується з пишними і зеленими тропічними лісами Амазонки – два, здавалося б, протилежні середовища, об'єднані магією природи, щоб створити щось справді величне. Величезна, сувора краса Сахари ідеально поєднується з пишною та екзотичною привабливістю Амазонки. Це любовний роман, який триває вже мільйони років, і він не показує жодних ознак того, що сповільниться.

Сахара та Амазонка – дві екосистеми, які здаються діаметрально протилежними. Проте, ці два, здавалося б, різні світи нерозривно пов'язані між собою. Дихотомія цих двох екосистем є не лише джерелом наукової цікавості, але й вражаючої краси. Це майже так, ніби вони замкнені у вічних обіймах, кожна з яких віддає і отримує в ідеальній гармонії. Сахара, з її суворим і непоступливим рельєфом, здається майже чоловічою у своїй силі, тоді як Амазонка втілює сутність жіночності з її м'яким і живильним листям. Разом вони утворюють ідеальний баланс, божественний союз, який триває століттями.

Висновок. Дрібний пил з пустелі Сахара часто перетинає Атлантику до Південної Америки завдяки північно-східним пасатам на цій широті. Зрештою, він осідає над басейном Амазонки. Цей пил надзвичайно багатий на поживні речовини (переважно фосфор), які необхідні для росту рослин. Надмірні дощі басейну Амазонки змивають велику кількість поживних речовин. Без постійного надходження поживних речовин з пустелі Сахара басейн Амазонки зрештою виснажився б на них. Щорічно в басейн Амазонки потрапляє близько 27,7 мільйонів тонн дрібного піску. Дивно, як спекотна і безплідна Сахара має таке величезне значення для виживання такого вологого, зеленого і багатого на дику природу місця, як Амазонка!

Зрештою, коли сонце сідає над Сахарою, кольори неба зливаються воєдино у захоплюючу виставку помаранчевих, рожевих і фіолетових відтінків. Вдалині дюни здіймаються і опускаються, наче хвилі у безкрайньому морі, а над головою мерехтять зорі. А в самому серці Амазонки звуки тропічного лісу оживають, коли нічні істоти прокидаються і починають свої нічні ритуали. Какофонія цвірінькання цвіркунів, кумкання жаб і шелесту листя створює

симфонію природи, яка одночасно зачаровує і заспокоює. У цій чарівній атмосфері неможливо не відчутися потяг чогось більшого, ніж ти сам, сили, що виходить за межі часу і простору. Це історія кохання, яка витримала випробування часом, яка нагадує нам про силу природи зцілювати та підтримувати нас, а також про красу, яка існує навіть у найнеймовірніших парах. Природа справді дивовижна!

Список використаної літератури

1. Дюніон Ж., Вельден К. Вплив повітряного шару Сахари на активність атлантичних тропічних циклонів. *Бюлетень Американського метеорологічно-го товариства*. 2004. (дата звернення 30.08.2024)

2. Роберт С., Крішнамурті Т. Активність східних хвиль низького рівня в Африці та її зв'язок з атлантичним тропічним циклогенезом у 2001 році. *Щомісячний огляд погоди*. (дата звернення 30.08.2024)

3. Вульфмайєр В., Гжещик М., Берент А., Ванденберге Ф., Броуелл Е. 4-вимірні варіаційні асиміляції даних лідара диференціального поглинання водяної пари: перше тематичне дослідження в рамках ІНОР 2002. *Щомісячний огляд погоди*. 2004. (дата звернення 30.08.2024).

Юлія КРИВА⁶⁴,
студентки 3-го року навчання, факультету екології
лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ РІЗНИМИ ТОКСИКАНТАМИ В МЕЖАХ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

***Анотація.** Ґрунтовий покрив є одним з основних життєво необхідних компонентів для живих організмів та відіграє важливу роль у регуляції трофічних ланцюгів у біосфері. Невід'ємною та найціннішою властивістю ґрунтового покриву є родючість ґрунту. Загальновідомо, що ґрунти регулюють якість поверхневих і підземних вод так як вони є найкращим природним фільтром та є середовищем перебування більшості живих організмів на поверхні суші. Ґрунти також забезпечують сприятливі умови для життя на планеті, вони є основним джерелом надходження енергії в рослинний та деревний покрив який в свою чергу є основою регулювання складу атмосфери. В сучасних умовах техногенного навантаження на ґрунти сільськогосподарського призначення досить гостро постає питання щодо безпеки та якості продукції отриманої з територій які піддаються постійному негативному впливу. Тому метою статті є аналіз останніх*

⁶⁴Науковий керівник: Галина Гуцол., доцент кафедри екології та ОНС ВНАУ

результатів досліджень та моніторинг територій сільськогосподарського призначення які зазнають постійного техногенного навантаження. В статті проаналізовано екологічний стан ґрунтів сільськогосподарського призначення та проведено оцінку забруднення різними токсикантами, а саме накопичення важких металів та радіонуклідів у ґрунті та рослинах вирощених на даних територіях.

Ключові слова: ґрунти, забруднення, важкі метали, радіонукліди, сільськогосподарські рослини, кислотність.

Abstract. Soil cover is one of the main vital components for living organisms and plays an important role in the regulation of trophic chains in the biosphere. An integral and most valuable property of soil cover is soil fertility. It is common knowledge that soils regulate the quality of surface and underground waters, as they are the best natural filter and are the habitat of most living organisms on the land surface. Soils also provide favorable conditions for life on the planet; they are the main source of energy input to plant and tree cover, which in turn is the basis for regulating the composition of the atmosphere. In the conditions of modern man-made load on the basis of agricultural purposes, the question of the quality of safety and obtaining what is produced from the territory, which is subject to constant negative influence, is quite acute. Therefore, the purpose of the article is to analyze the latest results of research and monitoring of the agricultural territory, which indicate the current man-made load.

The article analyzes the ecological state of the grounds for agricultural purposes and evaluates the contamination by high toxicants, namely the accumulation of heavy metals and radionuclides in the grounds and plants grown on these territories.

Keywords: soils, pollution, heavy metals, radionuclides, agricultural plants, acidity.

Вступ. В геоструктурному плані більша частина території Вінницької області припадає на південно-західний регіон Українського кристалічного щита, складеного архейсько-протерозойськими метаморфічними породами і лише південно-західна її окраїна знаходиться на Волинсько-Подільській плиті, де породи фундаменту перекриті значною товщею більш молодих, переважно осадових відкладів.

На території Вінницької області Подільське плато має найбільшу висоту у Шаргородському районі, його максимальна висота – 384 м над рівнем моря.

В загальному для Вінницького регіону характерна наступна структура ґрунтового покриву: сірі лісові ґрунти становлять 50,5% та чорноземи типові 42,1%. Переважаючими ґрунтоутворюючими породами є леси та лесовидні суглинки.

Сірі лісові ґрунти в умовах Вінницької області у залежності від вмісту гумусу в ґрунтах, глибини залягання гумусного горизонту дані ґрунти

поділяються на три підтипи: світло-сірі, сірі, темно-сірі. Вміст гумусу у цих ґрунтах становить від 1,85% до 2,4%.

Чорноземипереважають на північному сході, південному сході та півдні Вінницької області. Серед чорноземів Вінницької області виявлені наступні підтипи: опідзолені, реградовані та типові. Родючість в яких коливається від 3,39% в чорноземах опідзолених до 3,8% у чорноземах реградованих [4].

Вітчизняними науковцями виявлено, що в середньому вміст гумусу в межах Вінниччини становить 3,0%. Кислотність ґрунтів становить рН – 5,1, тобто ґрунти є закисленими та потребують вапнування [3].

Забруднення ґрунтів – це накопичення в ґрунтах речовин, які негативно впливають на їх родючість та інші корисні властивості. Землі вважаються забрудненими, якщо в їх складі виявлені негативні кількісні або якісні зміни, що сталися в результаті господарської діяльності чи впливу інших чинників.

Одним із найнебезпечніших видів забруднення ґрунтів є хімічне. Окрім названих хімічних забруднювачів спостерігаються порушення біогеохімічного кругообігу азоту й нітрогенне забруднення ґрунтів.

На сьогоднішній день особливої уваги потребує також і біологічне забруднення, воно пов'язане із накопиченням бактеріальних добрив, інтенсивним розмноженням хвороботворних бактерій, збудників мікозів, розвитком личинок комах-шкідників, розвитком гельмінтів у ґрунтах, появою нових мікроорганізмів, поширення видів рослин-бур'янів які здатні викликати алергічну реакцію та порушення складу біоти. Відомо, що у біологічно забруднених ґрунтах збудники тифу і паратифу можуть зберігатися до півтора року, поряд з цим слід відмітити, що у незабруднених ґрунтах досить короткий термін лише протягом двох-трьох діб.

Виклад основного матеріалу. У межах Вінницької області основними джерелами біологічного забруднення сільськогосподарських територій є відходи тваринного походження, які використовуються в якості органічних добрив. Відмерлі рештки тварин та перегній спричиняють інтенсивний розвиток патогенних мікроорганізмів які потрапляють у ґрунт.

Особливої уваги також потребує і механічне забруднення ґрунтів, яке представляє собою засмічення залишками будівельних матеріалів, азбесту, битого скла, кераміки та інших фізичних матеріалів які засмічують ґрунт. До фізичного забруднення ґрунтів належить забруднення радіонуклідами, яке на сьогоднішній день є одним із найнебезпечніших, так як окрім того що радіоізотопи мають досить тривалий період напіврозпаду, вони також здатні до міграції у середовищі ґрунт–рослини, цим самим мають властивість накопичуватись у організмі людини та викликати порушення функціонування клітин та організму в цілому. Найбільш поширені радіонуклідами у ґрунтах є Цезій-137, Стронцій-90, Калій-40, Радій-226, Торій-232. Слід зазначити що у Вінницькій області радіоактивного забруднення зазнали ґрунти територій Чечельницького, Тульчинського, Немирівського і Шаргородського районів. Відомо, що 190,5 тис. га земель знаходиться в зоні посиленого

радіаційного контролю – це становить 7,2% від загальної площі області. Станом на 2024 рік в цій же зоні знаходиться 89 населених пунктів.

Досить значна навантаженість хімічний склад ґрунтів має сучасне сільське господарство, яке широко застосовує пестициди та добрива особливо це стосується мінеральних. Радіоактивні елементи здатні потрапляти в ґрунти та накопичуватись в них внаслідок викидів промислових підприємств, аварій на АЕС. Поблизу великих центрів чорної і кольорової металургії ґрунти забруднено сполуками важких металів. Автотранспорт також є серйозним джерелом свинцевого забруднення. На сьогоднішній день всеактуальнішою постає проблема складання та збереження радіоактивних відходів військової промисловості. Теплова енергетика спричиняє появу сажі та незгорілих речовин, як викидаються в атмосферу і в результаті чого осідають та земну поверхню тим самим спричиняючи забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення.

Встановлено, що основним джерелом надходження важких металів в сільськогосподарські ґрунти є інтенсивне використання неорганічних добрив та в меншій мірі зрошення і розміщення стічних вод [2].

Науковцями виявлено, що накопичення кадмію в рослинах займає особливе місце, так як він має властивість до осідання у високих концентраціях на листках, які в свою чергу можуть використовуватися як продукти харчування тварин чи людей. Відомо також, що гній та осад стічних вод є причиною потрапляння кадмію у ґрунт. Використання осадів стічних вод в землеробстві є одним з головних джерел надходження важких металів в ґрунти [1].

Слід також відмітити, що причиною високої концентрації важких металів в сільськогосподарських ґрунтах є багаторазове використання фосфатних та мінеральних добрив.

Вітчизняними вченими встановлено, що найпоширеніші мінеральні добрива, які використовуються у сільськогосподарському виробництві Вінницької області є аміачна селітра і нітроаммофоска. Під час внесення у високих нормах – 600 кг/га фізичної ваги, разом з ними у ґрунт може потрапити 174 мг/кг свинцю, 202 мг/кг міді, 186 мг/кг цинку, 1,3 мг/кг кадмію та 0,4 мг/кг ртуті [5]. Особливої уваги також потребує контроль за внесенням пестицидів, які в свою чергу є значним джерелом забруднення важкими металами сільськогосподарських територій. Таким чином, концентрація або кількість важких металів в сільськогосподарських ґрунтах залежать від характеристик ґрунтів і їх складу, внесення неорганічних добрив, пестицидів, стічних вод, або осадів стічних вод.

Висновки. Встановлено, що середня кислотність ґрунтів Вінницької області складає рН – 5.1, тобто ґрунти є закисленими та потребують вапнування.

Основними джерелами забруднення ґрунтів важкими металами у Вінницькій області є викиди підприємств та автотранспорту, інтенсивне внесення мінеральних добрив, недостатній контроль за внесенням пестицидів. Для зниження концентрації рухомих форм важких металів

слідпроводити вапнування ґрунтів, яке має властивість зв'язувати рухомі форми важких металів.

Близько 7,2% території Вінницької області знаходяться у зоні радіоактивного забруднення та потребують посиленого радіаційного контролю, а також відновлення екологічно чистими методами.

Тому, для запобігання подальшому забрудненню сільськогосподарських територій Вінницької області пропонується вести постійний моніторинг концентрації радіонуклідів і важких металів у ґрунті, проведення модернізації підприємств на більш екологічно чисті, заліснення і озеленення територій навколо полів на прикладі лісосмуг та санітарний контроль за внесенням органічних решток в якості перегною для запобігання біологічного забруднення.

Список використаної літератури

1. Sharma B., Sarkar A., Singh P., Singh R.P. Agricultural utilization of biosolids: a review on potential effects on soil and plant growth. *Waste Manage.* 2017. № 64. P. 117-132.

2. Toth G., Hermann T., Da Silva M.R., Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. *Environ. Pollut.* 2016. № 88. P. 299-309.

3. Гуцол Г.В. Дослідження інтенсивності забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами в НДГ «Агрономічне». *Сільське господарство та лісівництво.* 2019. № 2 (13). С. 45-53.

4. Охорона природи у Вінницькій області. Реферат. [Режим доступу] URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/ecology/21260/> (дата звернення: 02.09.2024)

5. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. *Сільське господарство та лісівництво.* 2016. № 4. С. 179-186.

Катерини КРИМЕЦЬ⁶⁵,
студентка 3-го року навчання,
факультету екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВЕГЕТАТИВНЕ РОЗМНОЖЕННЯ САМШИТУ ВІЧНОЗЕЛЕНОГО (*BUXUS SEMPERVIRENS*)

Анотація. У статті досліджуються різні методи вегетативного розмноження самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens*), включаючи живцювання, відводками, щеплення та поділ куща. Описуються технології

⁶⁵Науковий керівник: Циганська О.І., канд. с.-г. н., доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства Циганська О.І.

кожного з цих методів, а також оптимальні умови для їх успішного застосування. Розглядаються ключові фактори, що впливають на ефективність укорінення та подальший розвиток рослин, такі як сезонність, вибір матеріалу, температурний режим і використання стимуляторів росту.

Ключові слова: живцювання, відводки, щеплення, поділ куща.

Annotation. *The article examines various methods of vegetative propagation of evergreen boxwood (*Buxus sempervirens*), including cuttings, layering, grafting and division of the bush. The technologies of each of these methods are described, as well as the optimal conditions for their successful application. Key factors affecting the rooting efficiency and further development of plants are considered, such as seasonality, material selection, temperature regime and the use of growth stimulants.*

Key words: *grafting, layering, grafting, dividing the bush.*

Вступ. Самшит є однією з найстаріших рослин, яку активно використовують для декоративного оформлення присадибних ділянок. Цю рослину можна побачити майже повсюди: у парках, скверах, на клумбах і біля державних установ. Приватні ділянки також не є винятком, адже самшитом часто обрамляють газони та квітники. З кущів цієї рослини часто формують різноманітні геометричні фігури та форми, що додають живого вигляду саду навіть у зимовий період, оскільки самшит належить до вічнозелених рослин. Всі його види характеризуються повільним ростом і чудово переносять обрізку, що робить їх ідеальними для використання в «садовій архітектурі». Обрізка, безсумнівно, є ключовим елементом у догляді за самшитом. Незалежно від того, як ви плануєте його використовувати, регулярна стрижка є необхідною для того, щоб кущі залишалися доглянутими та акуратними. Під час обрізки утворюється велика кількість живців – цінного садівного матеріалу, який ідеально підходить для вегетативного розмноження. [1]

Виклад основного матеріалу. Самшит вічнозелений (*Buxus sempervirens*) – це популярна декоративна рослина, яка широко використовується в озелененні завдяки своїй здатності добре переносити обрізку і формування, а також за привабливий зовнішній вигляд протягом усього року. Одним із основних способів розмноження самшиту є вегетативне розмноження. Цей метод дає змогу отримати нові рослини, що повністю зберігають усі властивості материнської рослини. Живцювання самшиту вічнозеленого – це популярний метод вегетативного розмноження, який дозволяє отримати велику кількість рослин, зберігаючи при цьому всі характеристики материнської рослини. Цей метод має багато переваг, зокрема збереження сортових особливостей, швидке отримання нових рослин, економічність і високу ефективність. Завдяки живцюванню можна розмножити самшит без використання насіння, що дозволяє отримати нові рослини швидше і з меншими затратами.

Процес живцювання починається з вибору та підготовки живців. Найкращий час для цього – пізнє літо або початок осені, коли рослини

накопичують достатньо поживних речовин. Для живцювання підходять молоді, здорові, напів здерев'янілі пагони. Живці повинні мати довжину приблизно 6-10 см і кілька здорових листків. Після нарізки живців, нижні листки видаляють, залишаючи кілька верхніх. Основу живця часто обробляють стимуляторами коренеутворення, що допомагає прискорити процес укорінення. Далі живці висаджують у підготовлений субстрат, наприклад, пісок або суміш піску з торфом. Для забезпечення високої вологості живці накривають прозорою плівкою або поміщають у міні-теплиці. Це допомагає створити мікроклімат, що сприяє укоріненню. У таких умовах, при оптимальній температурі 18-22°C, коріння зазвичай з'являються через 4-6 тижнів. Після того як живці успішно вкореняться, їх пересаджують у горщики або на постійне місце в саду. У цей період важливо забезпечити рослинам оптимальні умови для подальшого росту: регулярний полив, достатнє освітлення та захист від прямих сонячних променів. Вегетативне розмноження самшиту живцюванням – це ефективний спосіб отримати здорові, міцні рослини, які повністю повторюють характеристики материнської рослини [1].

Метод розмноження відводками – це ще один ефективний спосіб вегетативного розмноження самшиту вічнозеленого, який полягає у пригинанні та укоріненні пагонів рослини, не відділяючи їх від материнського куща. Цей метод є простим у виконанні та підходить для садівників, які хочуть збільшити кількість рослин у своїх садах без використання спеціального обладнання чи стимуляторів.

Процес розмноження відводками починається з вибору здорового, гнучкого пагона, який можна легко зігнути до землі. Найкращий час для цього методу – весна або раннє літо, коли пагони активні в рості. Вибраний пагін обережно згинають до землі, вибираючи місце, де він зможе легко торкатися ґрунту. На цьому місці роблять невеликий надріз або подряпину на корі пагона, що стимулює утворення коренів. Після цього частину пагона, де зроблений надріз, прикопують у ґрунт, закріплюючи його за допомогою шпильок або дроту, щоб він не повернувся у вертикальне положення. Засипану землею частину пагона слід поливати регулярно, щоб підтримувати вологість ґрунту, що є необхідним для утворення коренів. Протягом декількох місяців на прикопаному пагоні починають розвиватися нові корені. В цей час важливо підтримувати ґрунт вологим, але не перезволожувати, щоб уникнути загнивання. Після того як корені сформуються достатньо для самостійного живлення, нову рослину можна відділити від материнської, зрізавши пагін вище місця укорінення. Потім молодий самшит пересаджують на постійне місце.

Цей метод має кілька переваг. Він дозволяє отримати нові рослини з мінімальними зусиллями та без використання спеціальних матеріалів чи препаратів. Крім того, рослини, розмножені відводками, зберігають всі характеристики материнської рослини, включаючи стійкість до хвороб та погодних умов. Метод відводками ідеально підходить для розмноження кущів,

які складно вкоренити живцями, і може бути використаний як доповнення до інших методів розмноження для збільшення кількості рослин у саду [2].

Метод щеплення – це спосіб вегетативного розмноження, який використовується для отримання нових рослин самшиту вічнозеленого шляхом зрощення частин двох різних рослин. Цей метод особливо корисний для розмноження сортів, які важко розмножити іншими способами, такими як живцювання чи відводками. Щеплення дозволяє поєднати позитивні властивості двох рослин: підщепи (коренева частина) і прищепи (вегетативна частина, яка щепиться). Процес щеплення починається з вибору здорової підщепи, яка буде забезпечувати живлення для нової рослини. Підщепа повинна мати добре розвинену кореневу систему і бути стійкою до хвороб. Зазвичай підщепи вибирають серед місцевих видів самшиту або інших сумісних видів, які добре адаптовані до місцевих умов вирощування. Прищепу – це гілка або пагін з бажаної рослини, який має декоративні чи інші цінні властивості. Щеплення проводять навесні або на початку літа, коли рослини активно ростуть і мають достатньо соків, щоб забезпечити швидке зрощення. Для щеплення обирають добре визрілий пагін, який зрізають гострим інструментом під кутом для збільшення площі контакту.

Існує кілька методів щеплення, але найпоширенішими є щеплення в розщип і копулювання. При щепленні в розщип підщепу розщеплюють посередині, а прищепу вставляють у розщип так, щоб камбій обох частин щільно з'єднався. Це забезпечує краще зрощення та швидше приживлення прищепи. Копулювання полягає в тому, що зрізи на підщепі та прищепі роблять таким чином, щоб вони максимально збігалися за формою і розміром, а потім щільно з'єднують і обмотують спеціальною стрічкою або плівкою. Це дозволяє забезпечити максимальний контакт камбію і пришвидшити процес зрощення. Після щеплення важливо захистити місце зрощення від пересихання та інфекцій. Для цього використовують садовий вар або спеціальні захисні стрічки. Місце щеплення також можна прикрити поліетиленовою плівкою, щоб зберегти вологу. Через кілька тижнів прищепу починає активно рости, що свідчить про успішне зрощення. Метод щеплення дозволяє поєднувати стійкість підщепи до хвороб і несприятливих умов з декоративними або іншими цінними якостями прищепи. Це робить його особливо корисним для створення нових сортів самшиту або поліпшення вже існуючих. Щеплення вимагає певних навичок і досвіду, але є незамінним методом для професійного розмноження та селекції рослин [2].

Окрім живцювання, відводками та щеплення, існує ще один метод вегетативного розмноження самшиту – поділ куща. Метод поділу куща використовується для розмноження самшиту, коли кущі вже достатньо великі і мають декілька основних стовбурів або відростків, які можуть бути розділені на окремі частини з власними коренями. Цей метод є відносно простим і менш трудомістким порівняно з іншими методами вегетативного розмноження. Процес поділу куща найкраще проводити навесні або восени, коли рослина не знаходиться в активній фазі росту. Для цього кущ обережно

викопують із ґрунту, зберігаючи якомога більше кореневої системи. Після цього кущ ділять на кілька частин таким чином, щоб кожна частина мала достатню кількість коренів і кілька здорових пагонів. Місця зрізів рекомендується обробити фунгіцидом або активованим вугіллям для запобігання інфекціям.

Після поділу окремі частини куща висаджують у підготовлені ямки, забезпечуючи необхідні умови для росту: вологий, добре дренований ґрунт і захист від прямих сонячних променів у перші тижні після посадки. Укорінені частини куща швидко приживаються і починають активно рости. Поділ куща є ефективним способом розмноження самшиту, який дозволяє отримати нові рослини з мінімальними затратами часу і ресурсів. Цей метод особливо підходить для старих і розрослих кущів, які потребують омолодження або пересадки. Він також дозволяє зберігати сортові ознаки рослини і забезпечувати швидкий ріст нових екземплярів. Таким чином, поділ куща доповнює список методів вегетативного розмноження самшиту, забезпечуючи ще одну можливість для садівників розмножити ці декоративні рослини у своєму саду [2].

Самшит вічнозелений можна розмножувати насінням, але цей метод використовується рідше через тривалий час, необхідний для проростання та розвитку рослин. Розмноження насінням підходить більше для селекції або вирошування нових сортів, оскільки рослини, отримані з насіння, можуть мати генетичні відмінності від материнської рослини. Процес розмноження самшиту насінням починається зі збору насіння восени, коли плоди дозрівають і починають тріскатися. Після збору насіння його стратифікують, тобто витримують при низькій температурі близько 4°C протягом 2-3 місяців. Це імітує зимові умови і сприяє проростанню. Після стратифікації насіння висівають у підготовлений легкий і добре дренований субстрат, наприклад, суміш піску і торфу. Насіння заглиблюють у ґрунт на глибину 0,5-1 см і злегка присипають землею. Горщики з насінням розміщують у тепле, світле місце, але без прямих сонячних променів, і регулярно поливають, підтримуючи вологість субстрату.

Проростання насіння може зайняти кілька місяців, а іноді й більше. Після появи сходів сіянці поступово розвиваються, і тільки через кілька років вони можуть стати достатньо великими, щоб бути пересадженими на постійне місце. Через повільний ріст і розвиток розмноження самшиту насінням не є найпопулярнішим методом серед садівників, але це один із способів отримати нові рослини. Кожен метод розмноження самшиту вічнозеленого має свої переваги та недоліки, і вибір найкращого методу залежить від конкретних цілей і умов вирошування. З огляду на всі фактори, живцювання є найкращим методом розмноження самшиту вічнозеленого. Цей метод поєднує в собі простоту, високу ефективність і здатність швидко отримати велику кількість ідентичних рослин. Він підходить для більшості садівників, не вимагає складних умов і дозволяє розмножити рослину в найкоротші терміни, зберігаючи всі декоративні та інші властивості материнської рослини [6, 7].

Стимулятори росту відіграють ключову роль у вегетативному розмноженні самшиту вічнозеленого, забезпечуючи успішне укорінення живців і пришвидшуючи розвиток нових рослин. Найчастіше для цього використовують ауксини, зокрема індолілмасляну кислоту (ІМК) та нафтилоцтову кислоту (НАК), які сприяють формуванню коренів і стимулюють їх активне зростання. Гібереліни часто застосовуються для підтримки росту рослин після укорінення, особливо в умовах зниженої активності, допомагаючи подовжувати пагони та листя. Цитокініни, у свою чергу, стимулюють ріст бічних пагонів і сприяють розгалуженню, що є важливим для створення щільних і естетично привабливих кущів.

Живці самшиту зазвичай занурюють у розчин стимулятора росту або обробляють їх кінці порошковим стимулятором перед висадкою в субстрат. Це забезпечує прямий контакт активних речовин із живцями, що сприяє їх швидшому укоріненню. Обприскування розчином стимулятора може додатково підтримувати вже укорінені живці, підвищуючи їхню життєздатність. Важливо суворо дотримуватися рекомендованих концентрацій стимуляторів, адже надмірне їх використання може пошкодити живці. Найбільш поширеними є такі препарати, як «Корневін» на основі ІМК та «Гетероауксин», які ефективно стимулюють укорінення самшиту.

Застосування стимуляторів росту суттєво збільшує відсоток успішно укорінених живців самшиту, особливо в несприятливих умовах, таких як недостатня вологість або низька температура. Крім того, вони скорочують час, необхідний для укорінення, що дозволяє швидше отримати рослини, готові до пересадки. Найкращі результати досягаються при поєднанні використання стимуляторів із забезпеченням оптимальних умов, таких як відповідна температура, вологість та добре дренований субстрат. Для самшиту зазвичай підходять низькі або середні концентрації ауксинів, особливо під час розмноження шляхом живцювання. Стимулятори росту є ефективним засобом підвищення успішності розмноження самшиту, що дозволяє отримати більше здорових та міцних рослин для декоративних цілей [3, 4, 5].

Висновок. Узагальнюючи, можна зробити кілька важливих висновків щодо ефективності різних методів вегетативного розмноження самшиту вічнозеленого. Вегетативні методи, такі як живцювання, відводки, щеплення та поділ куща, мають високу ефективність у розмноженні цієї рослини, що дозволяє зберегти генетичну однорідність та декоративні якості. Живцювання є найбільш універсальним та практичним методом, який при відповідних умовах забезпечує високу успішність укорінення. Однак ефективність цього методу значно підвищується за допомогою застосування стимуляторів росту.

Використання стимуляторів росту не лише збільшує відсоток успішного укорінення, але й зменшує час, необхідний для цього процесу. Відводки та щеплення також мають свої переваги, особливо коли необхідно зберегти специфічні характеристики материнської рослини або коли потрібно виростити більш зрілі рослини за короткий термін. Поділ куща є менш поширеним, але ефективним методом, який дає змогу отримати декілька дорослих рослин із

одного великого куща, що важливо для швидкого розмноження у садово-паркових насадженнях. Кожен із методів має свої переваги та обмеження, і вибір того чи іншого методу залежить від конкретних умов та цілей розмноження.

Список використаної літератури

1. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. Рекреаційне садово-паркове господарство. Навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 328 с.

2. Прокопчук В.М., Циганська О.І., Матусяк М.В. Перспектива використання роду *Dahlia Cav.* в умовах Поділля. *Сільське господарство і лісівництво*. 2019. № 12. С. 154-162.

3. Прокопчук В.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Удосконалення елементів вегетативного розмноження самшиту вічнозеленого (*Vuxus sempervirens* L.) методом живцювання в умовах закритого ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №5 (Том 2). С. 17-24.

4. Прокопчук В. М., Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив стимуляторів росту на вкорінення живців самшиту вічнозеленого *Vuxus sempervirens* L. в умовах закритого ґрунту. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2018. 28 (7). С. 56-60.

5. Циганська О.І. Ризогенез живців лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia*) та особливості розвитку укорінених рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 23 (4). С. 148-155.

6. Яворовський П. П., Григорюк І. П., Серга О. І., Давидова О. Є., Мокрицький В. М. Технологія застосування регуляторів росту, макро- і мікроелементів для підвищення життєздатності та адаптивного потенціалу, посухостійкості й приживлюваності саджанців деревних рослин в умовах водного й мінерального дефіциту. *Наук.-метод. рек. К.: НУБіПУ України*, 2010. 24 с.

7. Syhanska O. Podillya Botanical Garden and Biostationary of Vinnytsia National Agrarian University as an educational, scientific and production base in the practical training of forestry and horticulture specialists. *Wydawnictwo Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży. Seria: Zeszyty Naukowe*. 2022. № 87. P. 15-21.

8. Prokopchuk V., Pantsyreva H., Tsyhanska O. Biostationary and exposition plot of Vinnytsia national agrarian university as an educational, scientific and manufacturing base in preparation of the landscape gardening specialist. *The scientific heritage*. 2020. Volume 51. P. 8-17.

Анастасія ЛУЦЕНКО⁶⁶,
студентка 3-го курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОГЛЯД ЗА ЛІСОВИМИ КУЛЬТУРАМИ ТА ЗА ПРИРОДНИМ ПОПОВНЕННЯМ

***Анотація.** У цій статті описується про догляд за лісовими культурами та за природним поновленням, створення сприятливих умов для їх росту, поліпшення фізичних властивостей ґрунту, зменшення випаровування з його поверхні, видалення трав'яної та небажаної деревної рослинності, збагачення ґрунту. Розглядаються способи та технології передпосадкового обробітку. Можливість зменшити засмічення бур'янами різними способами та збереження вологи в ґрунті для кращого приживлення сіянців та саджанців лісових культур. Один із методів відтворення лісів є їх природне поновлення. Цей спосіб має як переваги над штучним лісовідновленням, так і певні недоліки.*

***Ключові слова.:** лісові культури, догляд, насадження, обробіток, ґрунт*

***Annotation.** This article describes the care of forest crops and natural regeneration, creation of favorable conditions for their growth, improvement of physical properties of the soil, reduction of evaporation from its surface, removal of grass and unwanted woody vegetation, enrichment of the soil. Methods and technologies of pre-planting treatment were presented. It is possible to reduce clogging by weeds in various ways crops. One of the methods of reproducing forests is their natural renewal. This method has both advantages over artificial reforestation and certain disadvantages.*

***Key words.:** forest crops, care, planting, cultivation, soil.*

***Вступ.** Вчасний та якісний догляд за лісовими культурами – високопродуктивні, здорові ліси в майбутньому. Догляд за лісовими культурами – це комплекс агротехнічних: і лісівничих заходів, спрямованих на поліпшення умов приживлюваності й росту культивованих порід (поліпшення фізичних властивостей ґрунту, зменшення випаровування з його поверхні, видалення трав'яної та небажаної деревної рослинності, збагачення ґрунту елементами живлення).*

***Виклад основного матеріалу.** Основна мета доглядів за лісовими культурами – створення сприятливих умов для їх росту, скорочення строків зімкнення й переведення в покриті лісом площі, усунення негативного впливу трав'яної рослинності й порослі малоцінних порід. Завдяки проведенню агротехнічних та лісівничих доглядів поліпшуються водний і тепловий режими,*

⁶⁶Науковий керівник: Малик В.М., викладач кафедри української та іноземних мов ВНАУ

а також режими живлення й освітлення. Культури, в яких ґрунт задернілий, ростуть погано[3].

Основна маса коріння трав'яних рослин розміщується у верхніх, найбільш родючих горизонтах, тому від задерніння терплять насамперед дерева з поверхневою кореневою системою – ялина, ясен та ін.

Відповідність розвитку кореневої системи рослин розміру їх надземної частини є основним фактором успішного росту. Пошкодження коріння, особливо бічного, знижує інтенсивність росту рослин, призводить до виникнення кореневої гнилі, що різко знижує стійкість насадження. Щоб уникнути цього негативного явища, в перші два роки після садіння допускається проводити обробіток міжрядь на глибину 8–10 см, а в наступні роки – не глибше 4–6 см.

Обробка ґрунту – це якраз те питання, яке А. П. Тольський вважав «Ахіллесовою п'ятою» лісокультурної справи. Аналіз літературних даних показує, що як в нашій країні, так і за кордоном обробка ґрунту здійснюється трьома основними способами: механічним, вогневим і хімічним або їх поєднаннями [1].

Технологія обробки ґрунту націлена на інтенсивне використання лісового гумусу, який збагачує ґрунт мінеральними елементами та впливає на його хімічні і фізичні властивості. Пошуку найбільш ефективної методики техніки обробітку ґрунту під лісові культури присвячені дослідження Б.Г. Іваницького [3]. Вважають, що «успіх лісовідновлення у будь-якій лісорослинній зоні залежить від застосування найбільш доцільної технології вирощування насаджень, яка включає в себе особливості обробітку ґрунту, посадки та догляду за насадженнями, включаючи технологічні, лісівничі і лісозахисні заходи з підбором складу насадження відповідно до типу лісорослинних умов» [1].

Вибір способу обробітку ґрунту має враховувати спосіб боротьби із бур'янами, які конкурують із новоствореними культурами за простір, світло, ґрунтову вологу і поживні речовини. Згідно рекомендацій, обробіток ґрунту проводять до зімкнення лісових культур. На думку Б.Г. Іваницького суцільний обробіток ґрунту, що дозволяє значно зменшити засмічення бур'янами та зберегти вологу в ґрунті, доцільно проводити на пустищах, піщаних ґрунтах та добре розорених землях [1].

У практиці застосовуються різні способи обробітку ґрунту: «суцільний та частковий, переорювання з перевертанням скиби з наступним боронуванням, поверхнєве подрібнення та переміщення шарів ґрунту з нагромадженням валів; викопування та виорювання борозен та ямок; нормальне розпушення ґрунту без порушення природного розташування ґрунтових шарів або з їх переміщенням» [3]. Іноземні вчені у своїх роботах пропонують застосовувати глибоку оранку з активним перемішуванням гумусових шарів у сосновому насадженні. Цю технологію також застосовували при обробітку ґрунту в ялинових культурах [5]. Проте, зарубіжні лісокультурні методики вироблені та застосовувалася для природних умов європейських країн. Українським

лісівникам необхідно адаптувати міжнародні технології посадки лісу та розробити власні методики та технології створення культур .

В цілому, аналіз літературних джерел свідчить про різні поглядах при виборі способу обробку ґрунту та розміщення посадкового місця. Це можна пояснити великою різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов на площах лісокультурного фонду.

Агротехнічні догляди за лісовими культурами проводять після садіння (сівби). Вони є головним фактором швидкого зімкнення та формування майбутнього насадження. Сюди відносять наступні операції:

- оправлення сіянців або саджанців після садіння механізованим способом або після дії на них несприятливих погодних умов: розмиву (видування), ґрунту, витискання морозами;
- розпушування ґрунту з одночасним видаленням у рядах і міжряддях трав'яної рослинності, самосіву та порослі малоцінних. порід;
- скошування, приминання або прикочування трав'яної рослинності в осінній період у рядах і міжряддях;
- використання гербіцидів і арборицидів для пригнічення розвитку небажаної трав'яної та деревної рослинності [2].

На важких ґрунтах культури можуть витискатися при настанні заморозків, тому в таких місцях слід утримуватись від розпушування та прополовання культур у другій половині вегетаційного періоду.

Для проведення доглядів за лісовими культурами використовується спеціальна техніка, яка повинна задовольняти низку вимог. Робочі органи машин повинні забезпечити високоякісний обробіток ґрунту та повне знищення трав'яної рослинності, не пошкоджуючи при цьому наземної частини лісових культур [5].

Слід забезпечити регулювання глибини обробітку ґрунту залежно від типу лісорослинних умов, фізико-механічних властивостей ґрунту, характеру розміщення кореневих систем порід, наявності тих чи інших різновидів бур'янів та інших факторів.

При сідланні ряду або кількох рядів ґрунтообробний агрегат повинен мати провіт необхідних розмірів, куди б безперешкодно проходив ряд (ряди) культур. Конструкція робочих органів повинна передбачати встановлення їх таким чином, щоб з обох боків ряду культур залишалась захисна 30—50-сантиметрова зона, робочі органи не повинні забиватися рослинними рештками або ґрунтом.

При обробітку міжрядь культур, слабо зарослих трав'яною рослинністю, використовуються культиватори КЛ-2,6, КРН-4,2, КРТ-3 та ін.

При обробітку міжрядь культур, середньо- і сильнозарослих трав'яною рослинністю, використовують дискові культиватори (ДЛКН-6 (8)) дискові борони (БДН-1. 3А, БДН-2,0 (3,0), БДНТ-2,2 (3,5), БДТ-3,0 та ін.). Важкі дискові борони доцільно використовувати лише на площах зі сильно ущільненими ґрунтами. На більш легких ґрунтах краще застосовувати польові та садові борони.

При догляді за лісовими культурами, створеними на нерозкорчованих або частково розкорчованих зрубках, обробляють смугу шириною 50—70 см з кожного боку ряду. Дисковий культиватор КЛБ-1,7 призначений для догляду за лісовими культурами, створеними по дну борозен, підготовлених плугом ПКЛ-70.

Для догляду за лісовими культурами, створеними на тимчасово перезволожених ґрунтах і сильно зарослих трав'яною рослинністю та порослю малоцінних порід діаметром до 2 см, можна використовувати лісовий фрезерний культиватор КФЛ-1,4, який повністю-знищує в межах оброблюваної смуги трав'яну та деревну рослинність і формує рівну поверхню [4].

Використовувані при догляді за культурами в рядах і захисних зонах механізми (КРЛ-1А, КБЛ-1А, ПРО-1) повинні задовільно видаляти трав'яну рослинність з рядів і захисних зон культур, не пошкоджувати надземні частини і кореневі системи деревних порід. Вони є високоефективними при слабкій забур'яненості культур, тому догляди в рядах та захисних зонах слід проводити часто, не допускаючи сильного заростання. На нерозкорчованих зрубках трав'яну рослинність і поросль деревних порід часто скошують ранцевим агрегатом типу «Секор».

Кількість, тривалість і строки доглядів визначаються типом лісорослинних умов, способом обробки ґрунту, методом і способом створення лісових культур, віком садивного матеріалу, видовим складом насадження, погодно-кліматичними умовами, біологічними властивостями деревних порід, цільовим призначенням майбутнього насадження та економічними умовами.

У рівнинній частині західного регіону України застосовується лереважно 10–12-разовий догляд за лісовими культурами протягом чотирьох-п'яти років (2... 3–3... 4–3... 2–2... 1–1), У культурах, створених саджанцями, кількість агротехнічних доглядів скорочується в середньому до шести протягом трьох років.

Кількість доглядів можна скоротити за допомогою хімічних препаратів. При появі бур'янів обприскування проводять уздовж рядів смугами шириною 0,5—1,0 м з використанням змінної солі 2,4-Д (1,5–2,0 кг/га) або суміші із препаратів змінної солі 2,4-Д (2 кг/га) і далапону (7 кг/га). Ефективно знищує бур'яни з потужною глибинною кореневою системою атразин (6–8 кг/га), який вносять весною наступного року після садіння культур.

Трав'яні рослини з поверхневою кореневою системою знищують симазином і атразином (відповідно 8–10 і 10–12 кг/га). їх можна вносити в ґрунт уже восени в рік садіння. Такі дози забезпечують захист лісових культур від заростання трав'яною рослинністю протягом 2–3 років. Гербіциди вносять ранцевим обприскувачем ОМР-2, ручним аерозольним апаратом РАА-1, а також тракторними обприскувачами ОН-400, АЛХ та іншими в агрегаті з тракторами Т-25А та МТЗ усіх модифікацій.

Проведення агротехнічних доглядів за лісовими культурами в умовах Українських Карпат вимагає значних затрат. Ці операції здебільшого проводять вручну і вони поглинають 63–67% коштів, що виділяються на створення і вирощування лісових культур [2].

Підвищення продуктивності лісових насаджень – основна проблема, якою займаються лісівники впродовж останніх десятиліть.

Враховуючи багатофункціональне значення лісів, з'являється необхідність формування високопродуктивних, біологічно стійких насаджень. У зв'язку з поширенням всихання ялинових лісів у Карпатах, зокрема в Карпатському НПП, виникла потреба розробки сучасної технології створення і вирощування лісових культур.

Технологія створення лісових культур – це система послідовних агротехнічних, лісівничих та організаційних прийомів щодо створення та вирощування культур до змикання крон між рядами з переліком механізмів, засобів виробництва та допоміжних матеріалів.

Склад штучного насадження мусить відповідати конкретному типу лісу, забезпечувати збереження екологічної рівноваги в лісових біогеоценозах, інакше знижується продуктивність, цінність культур, погіршується їх санітарний стан.

Тенденція до переважання штучних насаджень над природними в нашій державі нині не спостерігається. Заліснення планово зрубаних ділянок відбувається як природним способом, так і шляхом створення лісових культур, а також часткового доповнення природного поновлення культурами, що дозволяє щорічно збільшувати площі штучно створених лісів на 32-35 тис. га.

Під час проведення досліджень було заліснено 20 лісокультурних ділянок загальною площею 35,6 га. В якості посадкового матеріалу використовувались сіянці дво-трирічні із розсадника та з-під намету лісу висотою 15-25 см (ясена, модрина, бука, ялиці, явора, ялини). Густота культур коливається від 2-4 тис. шт./га. Якісний агротехнічний догляд за лісовими культурами в перші роки забезпечує нормативну приживлюваність лісових культур. Їх доповнення проводиться лише на окремих ділянках.

Агротехнічні прийоми створення лісових культур визначаються категорією лісокультурної площі, лісорослинними умовами, рельєфом місцевості тощо. До агротехнічних заходів по створенню культур належать обробіток ґрунту, застосування добрив, висівання насіння або садіння сіянців, саджанців і живців, догляд за культурами, доповнення культур та ін. Перший агротехнічний догляд за ґрунтом лісових культур слід проводити весною, до появи бур'янів, а в перший рік – після посадки культур або появи сходів. Подальші догляди повинні проводитися при відростанні бу Як відомо, одним із методів відтворення лісів є їх природне поновлення. Цей спосіб має як переваги над штучним лісовідновленням, так і певні недоліки.

Безумовним плюсом є те, що зростає значення фактору природного добору, бо, як правило, виживають більш біологічно стійкі особини, починаючи з насінини. Для успішного лісовідновлення таким способом вищим є генетичне різноманіття, забезпечується рівномірне нерегулярне розміщення рослин на ділянці, характерне для природних лісів. За таких обставин дерева

розвиваються одразу на місці, без «шокової терапії» під час пересадки сіянців чи саджанців [5].

Також важливим аспектом є й економічна складова, бо за сприятливих умов витрати на природне відновлення лісів значно нижчі, ніж при створенні лісових культур.

Водночас слід мати на увазі й те, що не кожна ділянка придатна для природного відновлення бажаного виду дерев. Адже при цьому є висока загроза ураження самосіву грибковими захворюваннями та коренегризними комахами в перші роки життя. В цьому плані лісові культури є більш стійкими.

Крім того ділянки природного поновлення потребують ретельного та дбайливого догляду, а хаотичне розміщення самосіву дещо ускладнює цей процес.

Ось тому під час вибору такого способу відновлення лісів треба враховувати всі чинники, щоб отримати найбільш прийнятний для лісівників результат.

Висновок. Отже, детально розглянули належний догляд за лісовими культурами, враховуючи всі умови та методи. Проаналізували важливість поліпшення фізичних властивостей, якості та передпосівного обробітку ґрунту. Створення сприятливих умов для природного поновлення лісових насаджень.

Прийняли правильне вирішення таких питань, як визначення форм господарства, посадка та догляд за лісовими культурами, вибір деревних порід для відтворення лісу, проведення догляду за культурами та їх інтенсивності, залежить від об'єктивності визначення показників деревостанів.

Аналіз методів дозволяє покращити догляд, що сприяє кращому підвищенню лісовідновлення та зменшенню витрат в лісовому господарстві.

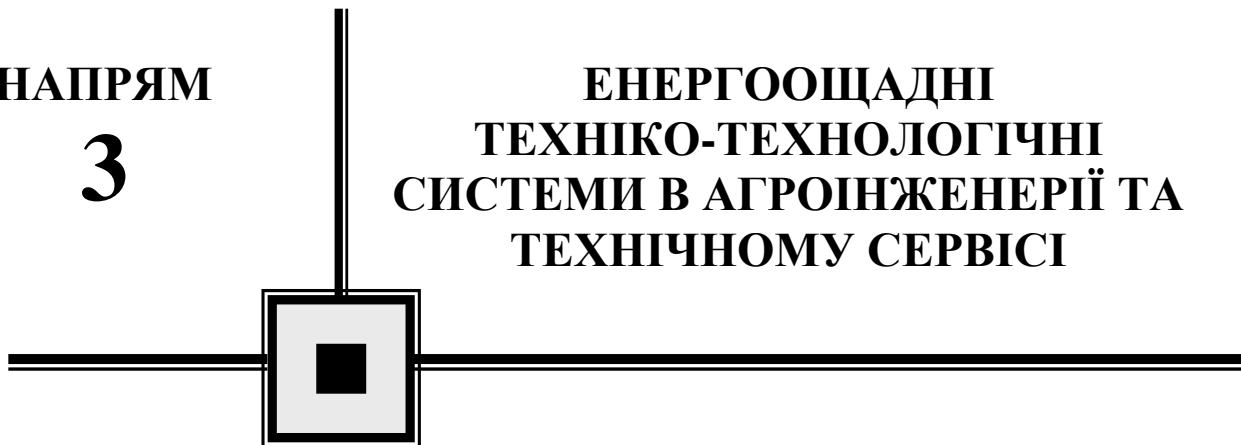
Завдяки проведенню лісівничих доглядів поліпшуються водний і температурний режими, розпушується ґрунт, а також покращується аерація. Узагальнено досвід використання засобів малої механізації, а також внесені пропозиції щодо реалізації заходів спрямованих на сприяння природному поновленню лісу.

Список використаної літератури

1. Свириденко В. Є. Лісівництво Кабінет Міністрів України, Національний аграрний ун-т. К.: Арістей, 2004. 344 с.
2. Вакулук П. Г., Самоплавський В. І. Лісовідновлення та лісорозведення в Україні. Х. : Прапор, 2006. С. 18-21.
3. Генсірук С. А., Фурдичко О. І., Бондар В. С. Історія лісівництва в Україні. Львів. 211 с.
4. Гордієнко М. І. Лісові культури: підручник для викладачів і студ. лісогосп. фак. вузів III-IV рівнів акредитації. К. : Сільгоспосвіта, 2001. С. 93-97.
5. Гордієнка М. І. Лісові культури рівнинної частини України. К. : Урожай, 2007. С. 43-48 .

НАПРЯМ
3

ЕНЕРГООЩАДНІ
ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ
СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА
ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ



Богдан БЕРЕЖНИЙ¹,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОГЛЯД СТРУКТУРНИХ СХЕМ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ
ГАЛЬВАНІЧНИХ УСТАНОВОК

***Анотація.** В даній роботі представлено огляд сучасних структурних схем джерел живлення, що використовуються для гальванічних установок. Гальванічні процеси, такі як електроліз, потребують стабільного та точного електроживлення для забезпечення якісного нанесення покриттів та оптимізації процесів осадження металів. У статті розглядаються різні типи джерел живлення, їх основні характеристики, переваги та недоліки. Особлива увага приділяється імпульсним джерелам живлення, які дозволяють підвищити ефективність процесів, знизити витрати енергії та покращити якість покриттів. Також аналізується вплив різних схем живлення на процеси осадження металів, що важливо для підвищення продуктивності та довговічності гальванічного обладнання.*

***Annotation.** This work presents an overview of modern structural diagrams of power sources used for galvanic installations. Galvanic processes, such as electrolysis, require a stable and accurate power supply to ensure high-quality coating and optimize metal deposition processes. The article discusses various types of power sources, their main characteristics, advantages and disadvantages. Special attention is paid to pulse power sources, which allow to increase the efficiency of processes, reduce energy consumption and improve the quality of coatings. The influence of different power schemes on metal deposition processes is also analyzed, which is important for increasing the productivity and durability of galvanic equipment.*

¹Науковий керівник – Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Вступ. Технологічні процеси гальванічного виробництва відіграють значну роль у багатьох галузях промисловості. Гальванічні покриття широко використовуються для захисту деталей від корозії, відновлення зношених деталей, а також для полегшення паяння. Часто такі покриття дозволяють замінити кольорові, благородні чи дефіцитні метали менш дорогими та поширеними [1]. Зносостійкість гальванічних покриттів найчастіше є більшою, ніж у механічно оброблених поверхонь. Зокрема, економічність гальванічного покриття перевершує інші види покриттів. Найбільшого поширення гальванічна обробка набула в автомобільній, авіаційній, електронній та радіотехнічній промисловості, а також у будівництві та ювелірному виробництві.

Для живлення гальванічної установки використовують постійний струм. Від якості струму, що живить ванну залежить якість гальванічного покриття, продуктивність установки, економічні показники готового продукту.

Виклад основного матеріалу. Джерело живлення для гальванічної установки може бути реверсивним і неревверсивним. Реверсування струму дозволяє досягти високої якості покриттів, рівномірності покриття, покращених властивостей та прискорення процесу осадження металу. При реверсуванні відбувається зміна полярності напруги на навантаженні, струм починає протікати в протилежному напрямку. Це дозволяє розчинити найбільш виступаючі ділянки поверхні, що утворилася, тобто. дефекти покриття.

Усі схеми джерел живлення для гальванічних установок можна розділити на низькочастотні тиристорні та високочастотні транзисторні.

Тиристорні схеми працюють на низьких частотах та у складі мають мережевий силовий трансформатор. У лабораторних умовах зазвичай використовуються однофазні випрямлячі малої потужності [2-4], схема якого представлена на рис. 1. Дана схема має низку переваг: однофазне живлення, що важливо для дослідницьких лабораторій, простота силової схеми та системи управління. До недоліків можна віднести наявність громіздкого мережевого трансформатора, а також вихідного фільтра.

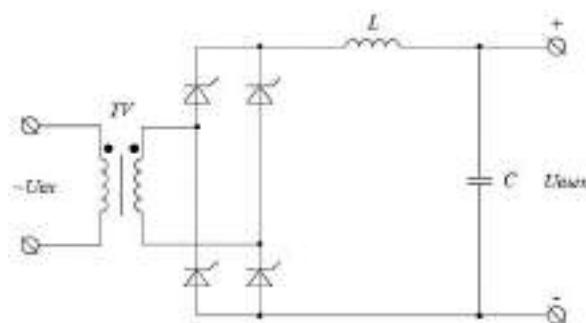


Рис. 1. Однофазний тиристорний випрямляч

У промислових установках використовують багатофазні випрямлячі. Багатофазні випрямлячі мають ряд переваг перед однофазними: кращі питомі техніко-економічні показники, симетричне завантаження всіх трьох фаз мережі живлення, менші пульсації випрямленого струму [3-4]. Ці переваги визначили широке застосування багатофазних випрямлячів у гальванічних цехах.

Найбільш поширена тиристорна схема випрямлення показана на рис. 1, яка була представлена в 1923 році (випрямляч Ларіонова на 6-ти діодах).

Реверс в тиристорних схемах реалізується з допомогою включення додаткового зустрічного комплексу вентилів.

Основні переваги представленої схеми:

- простота виконання;
- надійність системи, тиристори напівпровідникові прилади, витримують величезні імпульсні струми та напруги.

До недоліків схеми можна віднести: наявність мережевого силового трансформатора, що має велику масу та габарити;

- без вихідного фільтра неспроможна використовуватися при хромуванні, так як ця операція вимагає пульсацій вихідного струму нижче 5%.

•

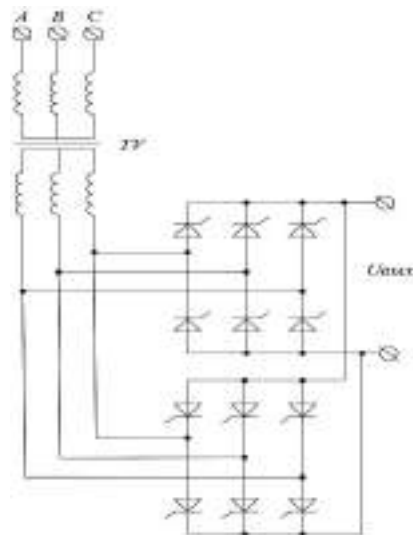


Рис. 2. Трифазна схема живлення гальванічної установки з реверсом

Структурна схема транзисторного джерела живлення гальванічної установки представлена на рис. 3. Гальванічну ізоляцію містить DC/DC перетворювач.

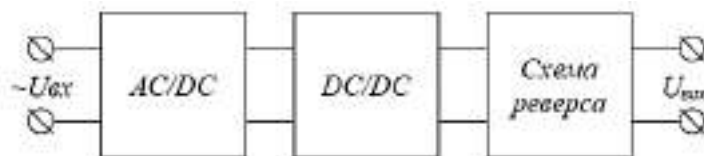


Рис.3. – Структурна схема транзисторного джерела живлення

Транзисторні схеми випрямлення складаються з випрямляча та DC/DC перетворювача з трансформаторною розв'язкою. Як схема випрямлення може бути використаний однофазний або трифазний діодний міст, а також коректор коефіцієнта потужності, представлені на рис. 4. Коректор коефіцієнта потужності дозволяє отримати найкращі, порівняно із звичайним діодним випрямлячем, енергетичні характеристики на вході перетворювача. Використання розділеної схеми дозволяє зменшити пульсації вихідного струму коректора, що знижує необхідну величину вихідної ємності. Однак додавання

коректора коефіцієнта потужності знижує загальну надійність системи, додає активні елементи до схеми, що вимагають управління.

Реверс у транзисторних схемах реалізується за допомогою однофазного інвертора напруги, рис 5. Цей інвертор працює на низькій частоті та головною вимогою до нього є мінімальні статичні втрати.

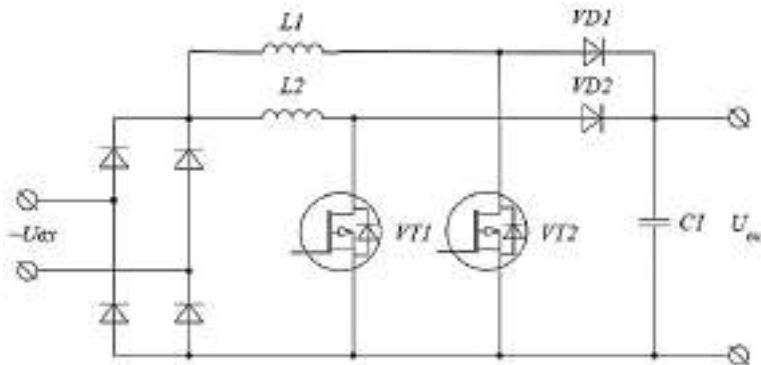


Рис. 4. Коректор коефіцієнта потужності із чергуванням фаз

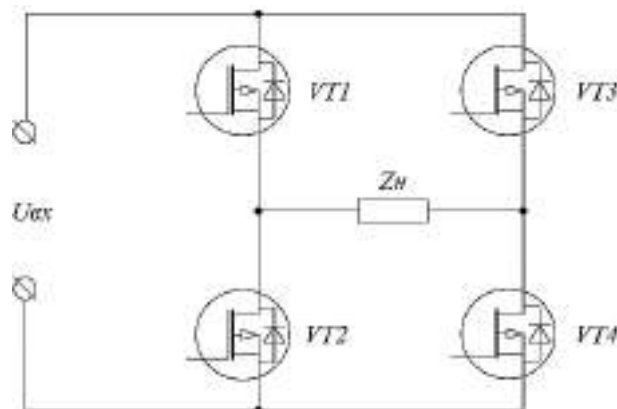


Рис. 5. Інвертор напруги

Серед транзисторних схем можна виділити групу схем з «жорсткою» комутацією: напівмостовий, двоключовий прямоходовий та мостовий перетворювач.

На рис. 6 представлена схема напівмостового перетворювача напруги. Ця схема, як правило, використовується на потужності до 1 кВт.

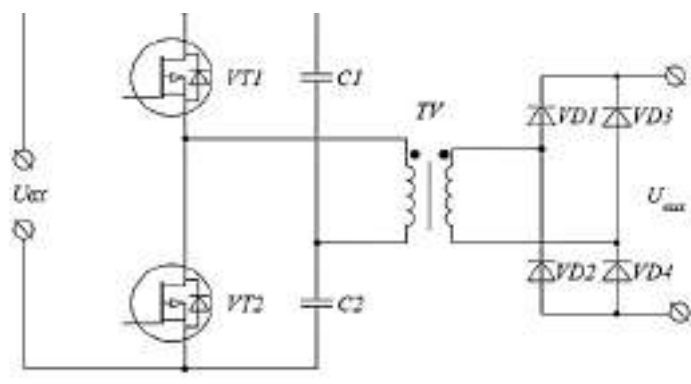


Рис.6. Напівмостовий перетворювач

Недоліки схеми:

- амплітуда напруги на трансформаторі дорівнює половині напруги живлення, тому для досягнення необхідної потужності потрібно збільшувати струм через первинну обмотку трансформатора;
- через конденсатори $C1$ та $C2$ протікають імпульсні струми великої величини, що обмежує вибір конденсаторів;
- використання на великих потужностях не вигідно - велике завантаження струмом.

На рис. 7 зображено схему двоключового прямоходового перетворювача.

Порівняно з напівмостовою схемою можна виділити такі переваги:

- простота управління, імпульс управління один на обидва транзистори, що спрощує побудову системи управління;

- надійність, як наслідок відсутності потреби у «мертвому» часі.

До недоліків можна віднести:

- більший струм через транзистори порівняно з бруківковою схемою;
- трансформатор використовується лише половину періоду комутації – це неефективно.

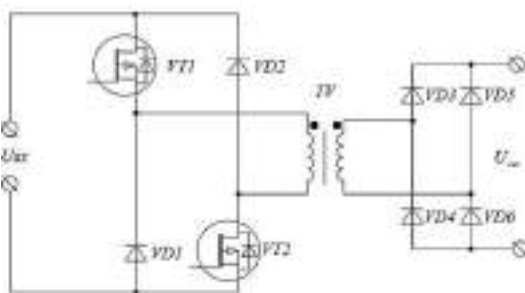


Рис. 7. Доключовий прямоходовий перетворювач

На рис. 8 представлено мостовий перетворювач. Ця схема використовується на потужності від 1 кВт до десятків кВт.

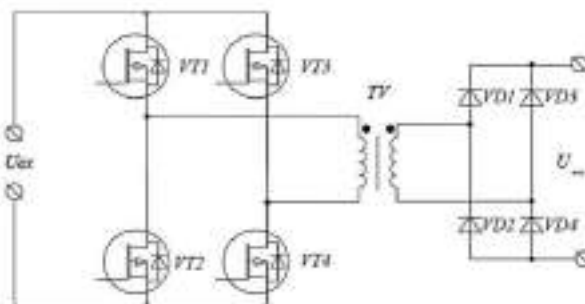


Рис.8. Мостовий перетворювач

Переваги:

- трансформатор використовують весь період комутації;
- менше, порівняно з напівмостовою схемою, струмове навантаження.

Недоліки:

- використовується пара компліментарних сигналів управління транзисторами, як наслідок потрібен «мертвий» час.

Всі представлені схеми з «жорсткою» комутацією мають один загальний недолік - великі втрати на перемикання силових вентилів. Ці втрати обмежують максимально допустиму частоту перетворення.

Щоб знизити комутаційні втрати необхідно використовувати схеми з «м'якою» комутацією силових ключів.

На рис. 9 представлено загальну схему для всіх резонансних напівмостових перетворювачів. Резонансні перетворювачі мають хороші енергетичні та масогабаритні показники. Особливо широко застосовуються у високочастотних перетворювачах електричної енергії з номінальною потужністю від 1 кВт і вище [4] і частотою комутації до декількох мегагерц.

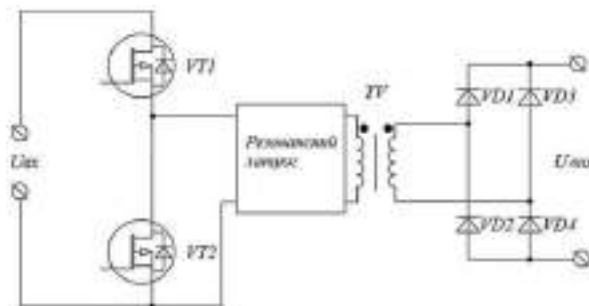


Рис.9. Резонансний напівмостовий перетворювач

Усі резонансні перетворювачі будуються за принципом. Вхідна частина, представлена однією або двома стійками інвертора, формує прямокутні імпульси напруги із змінною частотою. Ці імпульси подаються на резонансний ланцюг, який у свою чергу підключається до навантаження. Як навантаження найчастіше виступає високочастотний трансформатор із випрямлячем.

Регулювання вихідної напруги здійснюється шляхом зміни частоти комутації вхідного інвертора, у результаті змінюється імпеданс резонансної ланцюга.

За конфігурацією та способом підключення резонансного ланцюга до навантаження розрізняють послідовні, паралельні та послідовно-паралельні резонансні схеми [4-5].

До недоліків таких топологій можна віднести складність частотного керування, складність забезпечення режимів холостого ходу та короткого замикання. Управління шляхом зміни частоти комутації ускладнює паралельне включення перетворювачів через биття і неточності вимірювань струмів при плаваючій частоті.

Для середніх та високих рівнів потужності (від 500 Вт і вище, аж до десятків кВт) часто використовується мостовий перетворювач із фазовим

керуванням [5]. Схема перетворювача представлена рис. 10.

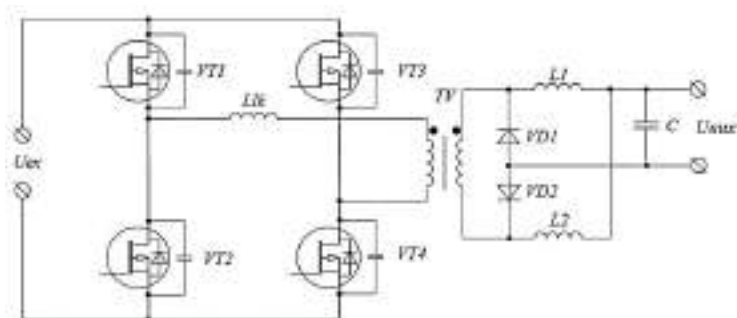


Рис. 10. Мостовий перетворювач із фазовим управлінням

Цей перетворювач має ряд переваг:

- висока питома потужність;
- відносна простота управління;
- здатність роботи в режимах короткого замикання та холостого ходу;
- можливість використання як резонансного ланцюга паразитних елементів силового трансформатора.

До недоліків можна віднести обмежений діапазон зміни навантаження та вхідної мережі, в якому здійснюється "м'яка" комутація силових ключів. Для збільшення ККД можна замінити вихідні діоди на МОП-транзистори.

Висновки. Аналіз силових схем, на основі яких будуються джерела електроживлення, показав, що найбільш кращою схемою є мостовий перетворювач з фазовим управлінням. Ці переваги роблять мостовий перетворювач з фазовим управлінням найбільш придатним рішенням для гальванічних процесів, де критично важливі параметри електроживлення, такі як стабільність, точність і енергетична ефективність. Впровадження таких перетворювачів дозволяє значно підвищити продуктивність гальванічних установок, поліпшити якість покриттів і скоротити енергетичні витрати.

Список використаних джерел

1. Видмиш А.А., Возняк О.М., Замрій М.А. Розробка способу визначення максимально досяжного коефіцієнта підсилення (передачі) $K_m S$. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 3(98). С. 25-31.
2. Видмиш А.А., Возняк О.М., Купчук І.М., Бойко Д.О. Дослідження медіанної фільтрації одновимірних сигналів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2020. № 1 (96). С. 88-102. DOI: 10.37128/2306-8744-2020-1
3. 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.
4. Shtuts A., Kolisnyk M., Voznyak O. Studying the dynamic characteristics of closed system of gravity concrete mixer's electric drive by means of computer simulation. *AGRICULTURAL ENGINEERING*. 2022. Vol. 54. P. 49-61.

5. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. *Збірник наукових праць ВНАУ: Вінниця*, 2011.Т1 (65). С.8-18.

Сергій ЧЕПІЛЬ²,
Студент 5-го курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОВИХ ВИТРАТ БУДІВЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

***Анотація.** У статті розглядаються сучасні енергоефективні технології управління тепловим споживанням будівель, які сприяють зменшенню витрат енергії та поліпшенню комфорту в приміщеннях. Особлива увага приділяється новітнім методам і системам, які використовуються для оптимізації теплового режиму будівель, включаючи інтелектуальні системи керування, автоматизовані терморегулятори та вдосконалені теплоізоляційні матеріали. Розглянуто практичні аспекти впровадження цих технологій, їх ефективність та вплив на загальні енергетичні витрати.*

***Ключові слова:** Теплові витрати, ізоляційні матеріали, опалення*

***Annotation.** The article discusses modern energy-efficient technologies for managing the heat consumption of buildings, which contribute to reducing energy consumption and improving indoor comfort. Particular attention is paid to the latest methods and systems used to optimize the thermal regime of buildings, including intelligent control systems, automated thermostats and advanced thermal insulation materials. The practical aspects of the implementation of these technologies, their effectiveness and impact on total energy costs are considered.*

***Keywords:** heat consumption, insulating materials, heating*

***Вступ.** Підвищення ефективності економіки народного господарства нерозривно пов'язане із втіленням в усі його сфери досягнень науково-технічного прогресу, одним з найважливіших елементів якого є автоматизація технологічних процесів. При цьому автоматизацію виробництва не слід розуміти як просте насичення контрольно-вимірювальними приладами існуючих чи проєктованих технологічних процесів. Проблеми технології та автоматизації вирішуються взаємозв'язано.*

***Виклад основного матеріалу.** Широке втілення автоматизації*

²Науковий керівник: Штуць А.А к.т.н. ст. викладач. кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

технологічних процесів являється не тільки одним з важливих факторів підвищення продуктивності праці, але і найважливішим засобом підвищення якості продукції, зменшення відходів та енергоємності продукції.

Автоматизація теплових пунктів виконується на підставі типових проектних рішень, що розроблені спеціалізованими проектними інститутами з врахуванням досліджень динамічних властивостей об'єкту, раціоналізаторськими пропозиціями та винаходами в цій галузі.

Метою автоматизації теплового пункту за темою дипломного проекту є розробка проектної документації, що включатиме в себе функціональну схему автоматизації, та принципові схеми сигналізації, регулювання, живлення, блокування, а також розрахунок забезпечення енергоресурсами системи автоматизації, розрахунок регулюючого органу одного з контурів АСР, розробку заходів з безпечної експлуатації об'єкту та системи автоматизації, а також з охорони навколишнього середовища.

Опис технологічного процесу автоматизації. Технологічний процес підігріву води в бойлерній з двохступеневим пароводопідігрівником проходить наступним чином. Вода з зворотної магістралі опалення мережними насосами подається в змійовик теплообмінника першого ступеня I, з нього підігріта до $70...75^{\circ}\text{C}$ вода послідовно проходить до другої секції підігріву, де підігрівається до остаточно регламентованої температури, що дорівнює 90°C [1].

Гріюча пара, що надходить до пароводопідігрівників з тиском 1.5 МПа та температурою 180°C віддає теплову енергію на підігрів води з мережі опалення і в результаті цього конденсується на стінках пароводопідігрівників, звідки стікає і поступає в бак збору конденсату. При досягненні максимального рівня в ньому вмикається насос відбору конденсату і перекачує воду до парогенератора. При досягненні нижнього рівня в бакові збору конденсату насос вимикається. Структурна схема роботи бойлерної показана на рисунку 1.

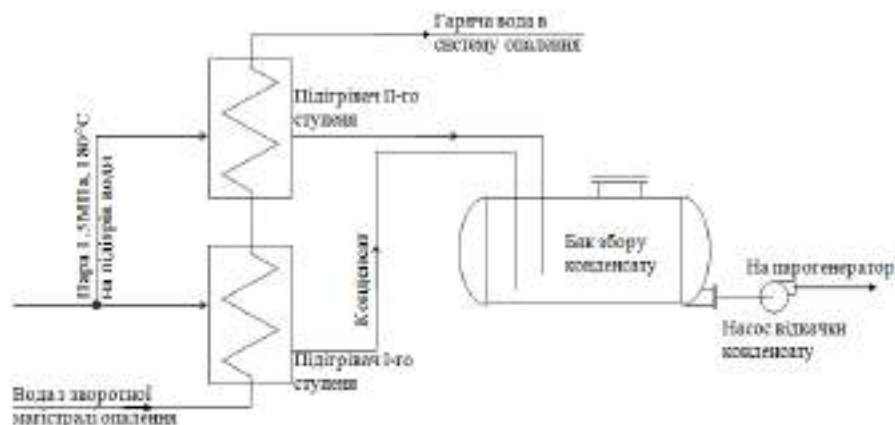


Рис. 1. Структурна схема технологічного процесу пароводопідігріву

Особливості об'єкту автоматизації та технологічних середовищ. Основною бойлерної, як об'єкту автоматизації, є досить мала ємність підігрівачів по входу-виходу води, що зумовлена внутрішнім об'ємом пучків труб. Це призводить до зменшення запізнення та сталої часу між коливаннями тиску та витрат води

наході та на виході секцій. При послідовному включенні секцій підігріву об'єкт характеризується двома ємностями.

По каналу зміни температурного режиму бойлерної, властивості об'єкту автоматизації характеризуються аперіодичною ланкою другого порядку. На цей канал впливають збурення з боку зміни витрат води на нагрів, а також коливання тиску пари на підігрів.

Об'єкт автоматизації відноситься до категорії вибухобезпечних, а приміщення бойлерної – до приміщень з особливою небезпекою ураження електричним струмом. Відповідно до цього необхідно щит автоматизації розташовувати в окремому приміщенні, а контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматизації вибирати у вологозахищеному виконанні.

Технологічним середовищем бойлерної є пара, її тиск та температуру вказано в п. 1.1 і 1.2. Вода має густину $\rho = 1 \text{ г/см}^3$, кінематичну в'язкість $\gamma = 3.05 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2/\text{с}$ (при температурі 70...90°C).

Вибір параметрів контролю, регулювання, блокування і сигналізації. В якості параметрів регулювання вибираємо найважливіші показники якості роботи бойлерної та безпеки її експлуатації [2].

Оскільки бойлерна призначена для підігріву води до заданої температури, то в якості параметру регулювання вибираємо температуру води на виходах кожної секції підігрівників. Оскільки об'єкт великою сталою часу та значним запізненням по цьому каналу не володіє, то доцільно обмежитись використанням одноконтурної системи регулювання, без визначення інформації про зміну температури в середній точці. Понижена температура води на виході свідчить про недостатню ефективність теплообміну в теплообміннику, а підвищена температура – про зниження витрат живильної води, що може призвести до труб. Регулювання температури води доцільно вести за допомогою зміни витрат пари на підігрівачі.

Іншим важливим параметром регулювання, що характеризує безпечний режим експлуатації котла є тиск пари в колекторі. При пониженні тиску, це призводить до погіршення теплообміну та пониження температури води на виході бойлерної. При підвищеному тиску пари якість теплообміну також погіршується внаслідок втрати частини теплоти разом з конденсатом.

Для контролю ефективності роботи систем регулювання ці ж параметри необхідно вимірювати і відображати оператору на щиті управління. До параметрів контролю слід також додати витрати теплої води на систему опалення, а також рівень води в бакові збору конденсату.

Формулювання задач автоматизації. Автоматизація об'єкту ставить своєю метою оптимізацію параметрів якості роботи бойлерної за умови економії теплоносіїв, електроенергії.

Іншою важливою задачею автоматизації є полегшення умов праці обслуговуючого персоналу за рахунок можливості налагодження параметрів контурів регулювання з окремого щита автоматизації.

Автоматичне підтримання постійного значення тиску пари в колекторі дозволить стабілізувати процес теплообміну з врахуванням максимальної

тепловіддачі і мінімальної витрати теплоносія. Автоматичне підтримання температури гарячої води ставить за свою задачу отримання на виході об'єкту води з постійною температурою, як основного показника якості роботи бойлерної.

Остаточна задача автоматизації об'єкту полягає в отриманні економічного ефекту від втілення автоматизації. Економічний ефект буде зумовлений економією теплоносія, а також зменшенням вірогідності виникнення аварійних ситуацій при експлуатації обладнання.

Матеріально-технічні засоби автоматизації. Контролер POL638.70 / DH1 зі стандартною програмою для опалення.

Контролер з вбудованою панеллю оператора.

Конфігурація до трьох первинних контролерів з системою повторного заповнення, до 4-х опалювальних контурів (контурів закачування або змішувальних контурів) і до двох контурів гарячого водопостачання.

Конфігурацію всіх функцій і призначення входів-виходів можна вільно визначити через панель оператора, без необхідності програмування (контролери POL638 ... DH1 поставляються з встановленим додатком для опалення, завантажити інші програми неможливо).

Для розширення входів / виходів контролера до нього можна підключити до 4-х модулів вводу / виводу.

Налагодження та моніторинг через зовнішню панель оператора, WEB-інтерфейс або через комунікацію, за допомогою сервісних програм або SCADA-систем [3].

Розвинені можливості комунікації, вбудовані інтерфейси і зовнішні комунікаційні модулі для: Modbus RTU, Modbus / IP, BACnet IP, WEB-сервера, M-bus.



Рис. 2. Зовнішній вигляд контролера

Основні параметри базового контролера:

- 8 універсальних входів / виходів (конфігуруються входи / виходи для аналогових або дискретних сигналів);
- 5 дискретних входів (сухі контакти);
- 2 аналогових виходу (DC 0 ... 10 В);
- 6 релейних виходів (НО-контакти);
- інтерфейси: RS-485, RS-232, USB, Process Bus, Ethernet;
- Слот для SD-карти для поновлення програми та завантажувача;
- Харчування AC 24 В або DC 24 В;
- Робоча температура -40 ... 70 ° С.

Модулі розширення.

До 3-х модулів розширення POL955.00 / STD і 1 модуль POL945.00 / STD можуть бути приєднані до базового контролера. У цьому випадку загальна кількість доступних входів і виходів – 71.

Основні параметри модуля POL955.00 / STD:

- 8 універсальних входів / виходів (конфігуруються входи / виходи, для аналогових або дискретних сигналів);
- 4 релейних виходу (NO-контакту);
- 2 аналогових виходу (DC 0 ... 10 В);
- живлення від контролера.

Основні параметри модуля POL945.00 / STD:

- 4 універсальних входу / виходу (конфігуруються входи / виходи, для аналогових або дискретних сигналів);
- 4 релейних виходу (NO-контакту);
- живлення від контролера.

Панелі оператора (рисунок 3., рисунок 4).



Рис. 3. Знімна панель оператора - POL871



Рис. 4. Вмонтована панель оператора – POL895

Додаткові комунікаційні модулі.

- комунікаційний модуль ВАСnet MSTP - POL904.00;
- комунікаційний модуль ВАСnet / IP - POL908.00;
- вдосконалений комунікаційний WEB-модуль - POL909.50;
- комунікаційний модуль М-Bus-POL907.00.

Розробка функціональної схеми автоматизації та її опис. Функціональна схема автоматизації приведена на арк.1 графічної частини проекту. Вона працює наступним чином [4].

Розрідження в топці пекарної печі вимірюється дифманометричним перетворювачем (1-1), з якого сигнал поступає через міліамперметр (1-2) на

аналоговий вхід перетворювача частоти (1-3). Вихідний сигнал вбудованого ПІ-регулятора перетворювача частоти формує завдання по швидкості обертання електроприводу димососа. Контур охоплено лінією від'ємного зворотного зв'язку за швидкістю обертання електроприводу.

Температура гарячої газів вимірюється термоперетворювачем опору (5-1), що підключено до регулятора температури (5-2). Вихідний сигнал регулятора управляє станом трипозиційних реле на базі клемно-блочного з'єднання (5-4), що з'єднано з виконавчим механізмом приводу в рух регулюючого клапану подачі газового палива до пальників. Контур охоплено лінією від'ємного зворотного зв'язку по положенню виконавчого механізму.

Контактні групи елементів приладів контролю тиску газів, наявності полум'я увімкнені через проміжні реле (3-2, 4-2, 6-2) до схеми блокування подачі палива до пальників. Блокування відбувається за допомогою соленоїдного вентиля СВМ-10 (6-3), розташованого на трубопроводі подачі газу до пекарної печі.

Дистанційне управління електроприводами вентилятору та димососу здійснюється за допомогою ключів вибору режиму SA1, SA2 та кнопочних постів SB1, SB2. Для місцевого управління електроприводами вентилятору та димососу використовуються кнопочні пости SB3, SB4. Збір даних про стан проміжних реле, кнопок та перемикачів здійснюється дискретними входами програмованого логічного контролера (ПЛК Twido LMDA20DTK). До додаткової шини цифрового інтерфейсу ПЛК (TWDNOZ485) підключаються також регулятори температури по зонах випічки (3 шт.), перетворювач частоти димососа. Сполучення ПЛК з системою моніторингу здійснюватиметься через вбудований вхід для програмування по кабелю TSXPCX1031-RS232.

Розробка принципових схем автоматизації та їх опис. Принципові схеми автоматизації розроблено у відповідності з функціональною схемою автоматизації, і включають в себе схеми регулювання температури газів і розрідження в топці пекарної печі, схему управління, блокування і сигналізації, схему живлення засобів автоматизації.

Схеми працюють наступним чином.

При спрацюванні одного з контактів електроконтактних манометрів 3-1 або 6-1, або контакту приладу контролю полум'я 4-2 через розмикаючі контакти відповідних реле K2, K3 або K4 та діоди VD1, VD3 чи VD5 буде прикладатися півперіод фазної напруги до обмотки центрального реле сигналізації K1. При цьому реле K1 спрацює і замкне свої контакти в колі дзвінка HA1, іншими контактами воно зашунтує розмикаючі контакти реле K2, K3 або K4 та діоди VD1, VD3 чи VD5 та замкне свої контакти в колі обмоток реле K2, K3 і K4. Через замкнений технологічний контакт 3-1, 6-1 або 4-2, один з діодів VD2, VD4 чи VD6, обмотку реле K2, K3 і K4 та замкнений контакт реле K1 потече струм, який визве спрацювання відповідного реле K2, K3 і K4. Спрацювання реле викличе загорання відповідної сигнальної лампи HL1, HL2 або HL3, а також розмикання кола живлення електромагніту соленоїдного вентиля YA. При розмиканні кола електромагніту його шток буде під дією пружини закривати трубопровід подачі

палива до пальників. Кнопка SB1 призначена для перевірки справності схеми сигналізації, а кнопка SB2 – для зняття звукового сигналу. Всі контакти проміжних реле вмикаються додатково на дискретні входи ПЛК, який своїм виходом Q0.7 дублює дію автоматики безпеки і виконує функцію діагностики через стан реле K1. До виходу Q0.1 ПЛК через проміжне реле підключається магнітний пускач подового транспортера. Схема керування двигуном подового транспортера передбачає ручний та автоматичний режими роботи. Вибір здійснюється за допомогою перемикача SA2, контроль стану якого забезпечується ланкою проміжне реле \Leftrightarrow ПЛК з котушкою управління на 220 В.

Схема управління електродвигуном димососа включає в себе ключі вибору режиму управління (автоматичний з ПІ-регулятором чи ручний) SA1, кнопки ручного керування SB1 ... SB4, а також магнітний пускач KM1. Виміряне значення розрідження в топці пекарної печі за допомогою дифманометричного перетворювача “Сапфір-22ДВ” 2ВР, перетворене в уніфікований струмовий сигнал 0 – 5 мА передається через міліамперметр 2РА типу Ф-1759 на вхід перетворювача частоти [5].

Температура в першій зоні печі, виміряна термоперетворювачем опору ЗВК, поступає у вигляді пасивного сигналу (зміна опору) на входи регулятора температури ЗР 10, 12, 22. При відхиленні температури від заданого значення на одному з виходів регулятора 7, 11 або 9, 11 буде з'являтися імпульс, тривалість якого пропорційна відхиленню температури. Цей імпульс поступає на входи 7, 5 або 9, 5 (залежно від виникаючого відхилення – додатнього чи від'ємного) клемно-блочного з'єднання (КБЗ). При додатньому відхиленні температури від заданого значення на виході КБЗ 6 і 8 з'явиться потенціал 220 В, цей потенціал через кінцеві вимикачі виконавчого механізму поступатиме на обмотку L1 двигуна виконавчого механізму що повертатиме вал в сторону закривання регулюючого органу подачі газу до пальників. З реостатного датчика положення виконавчого механізму поступає інформація на входи регулятора 21, 25, 23, замикаючи контур від'ємного зворотного зв'язку за положенням виконавчого механізму. При виникненні від'ємного відхилення буде з'являтися потенціал 220 В на виходах 8 і 10 підсилювача і на обмотці L2, виконавчий механізм повертатиме вал в сторону відкривання подачі газу [6].

Розробка програмного забезпечення системи автоматизації. Програмне забезпечення контролера заблоковане виробником і не доступне для редагування. В проекті проведено розробку ПЗ для вищого рівня системи управління. Середовище Vijeo Citect 7.3 підтримує редактори програмного коду Visual Basic та Cicode. В проекті використовувався редактор Cicode. Нижче наведено фрагменти ПЗ для відпрацювання наступних функцій.

Висновки. В результаті виконання роботи було розроблено та проведено техніко-економічний аналіз ефективності системи управління опаленням та гарячим водопостачанням навчального корпусу з використанням індивідуального теплового пункту. Основними рішеннями по автоматизації

об'єкту є використання цифрових регуляторів температури, що дозволяє збільшити точність підтримання теплового режиму, тиску. Для діагностики та дублювання автоматики безпеки, зв'язку пристроїв нижнього рівня з середовищем візуалізації процесу на ПК вибрано програмований логічний контролер та розроблено програму його функціонування.

Список використаних джерел

1. Мандрика А. С. Енергоефективні технології : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2021. 330 с.
2. Закладний О. М. Праховник А. В., Соловей О. І. Енергозбереження засобами промислового електропривода : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2005. 408 с.
3. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент : навчальний посібник. Харків : БУРУН і К, 2006. 320 с.
4. Соловей О. І. Енергетичний аудит : навчальний посібник. Черкаси : ЧДТУ, 2005. 299 с.
5. Денисюк П.Л., Бардик Є.І., Вожаков Р.В. Основи проектування теплових та гідравлічних електростанцій: Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи.: Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 66 с.
6. Сивокобиленко В.Ф., Лебедев В.К. Перехідні процеси в системах електропостачання власних потреб електростанцій: навчальний посібник. 2012. 36 с.

Олександр ДОВГАЛЮК³,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

***Анотація.** Однією з ключових задач підвищення продуктивності сільського господарства є вирощування багаторічних трав для отримання насіння, важливого для кормової бази тваринництва. Зниження енергетичних витрат та оптимізація техніки є актуальними. Жнивarki та спеціалізоване обладнання, як зернобобові жатки і комбайни з покращеними механізмами, зменшують втрати насіння та підвищують якість врожаю.*

***Ключові слова:** багаторічні трави, механізація сільськогосподарських робіт, конюшина, збирання врожаю, жнивarki.*

³Науковий керівник – Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

***Annotation.** One of the key tasks of increasing the productivity of agriculture is the cultivation of perennial grasses to obtain seeds, which are important for the fodder base of livestock. Reduction of energy costs and optimization of equipment are relevant. Harvesters and specialized equipment, such as bean harvesters and combines with improved mechanisms, reduce seed losses and increase the quality of the harvest.*

***Key words:** perennial grasses, mechanization of agricultural works, clover, harvesting, harvesters.*

Вступ. Одним з важливих завдань у забезпеченні зростання сільськогосподарської продукції є розвиток вирощування та отримання насіння багаторічних трав. Ці трави є цінним кормовим джерелом для тваринницької галузі і корисним попередником для більшості сільськогосподарських культур [1-3]. Аналіз стану виробництва насіння трав показав, що їхні потреби в агропромисловому комплексі задовольняються менш ніж на половину.

У сучасних умовах велике значення має оптимізація енергетичних затрат на вирощування культур [1-3]. Це передбачає необхідність обґрунтованого використання кожного елемента технології та їх раціональних показників. Розвиток матеріально-технічної бази сільськогосподарських підприємств дозволить отримати максимальний врожай при мінімальних витратах.

Одним із ключових чинників, що сприяє підвищенню продуктивності праці при обробці сільськогосподарських культур, є комплексна механізація та раціональне використання техніки. Розширення технічного парку та ефективне використання машин допомагають зменшити терміни проведення польових робіт і підвищують їх якість [1,2]. Крім того, широке застосування комбінованих агрегатів сприяє економії часу та коштів без втрати якості. Усе це впливає на ефективність вирощування продукції та її конкурентоспроможність.

Необхідно надавати пріоритетне значення розвитку новітніх технологій у вирощуванні багаторічних трав та продовжувати працювати над їхнім удосконаленням з метою підвищення їхньої ефективності [1].

Конюшина є ключовою бобовою кормовою культурою у системі польових сівозмін, оскільки вона відзначається високою продуктивністю та має широкий спектр застосування. З неї можна отримати сіно, сінаж, високобілкове трав'яне борошно, поживний силос і багато іншого.

Вирощування конюшини для насіння може бути важливим галузевим сектором сільськогосподарського виробництва [1,2]. Механізований процес дозволяє підвищити врожайність та знизити витрати праці, що забезпечує ефективніше використання ресурсів.

Постійна модернізація конструкцій сільськогосподарської техніки, зокрема комбайнів, сприяє покращенню їх функціональності, ефективності та надійності. Інтеграція нових технологій у комбайни допомагає сільгоспвиробникам досягти кращих результатів при вирощуванні конюшини.

Використання сучасних комбайнів може зменшити витрати на операції зі збирання і обробки врожаю, а також збільшити якість та кількість зібраного насіння конюшини. Це впливає на підвищення економічної ефективності

сільськогосподарського виробництва [1,2].

Виклад основного матеріалу. Сучасний стан насінництва в Україні не забезпечує потреб у вирощуванні насіння трав, особливо бобових, і не враховує можливості спеціалізації вирощування насіння відповідно до агрокліматичних умов [3].

Сучасні сорти трав мають високу генетично обумовлену насіннєву продуктивність. Проте, їхнє схильність до осипання і нерівномірне дозрівання призводять до значних втрат та ставлять підвищені вимоги до процесу збирання врожаю насіннєвих травостоїв. Затримка у збиранні насіння трав на 2-3 дні може призвести до втрат від 30 до 60% врожаю [3,4]. Збирання насіння є найбільш складним і відповідальним етапом насінництва через неоднчасне дозрівання та осипання насіння, високу текучість та забивання молотарки комбайна через велику кількість листостеблової маси.

Це викликає проблему розробки та використання більш ефективних методів визначення готовності травостою до збирання, які, в порівнянні з оцінкою за зовнішніми ознаками, дозволили б вибирати оптимальні строки збирання, що значно зменшило б втрати насіння під час обмолоту [3,4].

Жниварка зернобобова валкова ЖРБ-4,2А та модифікація ЖРБ-4,2-01 призначені для збирання різних культур, включаючи зернобобові, насіння цукрового буряку, сіяні трави та зернові. Для збору насіння цукрового буряку жниварки обладнуються лівим активним дільником. Вони можуть бути використані з комбайнами СК-5А, СКД-6, СК-5М, Єнісей-1200 і Єнісей-1200-1.

Начіпний пристрій складається з рами, яка шарнірно з'єднується з центральним шарніром похилої камери комбайна та двома боковими кронштейнами [3,4]. Платформа жниварки шарнірно навішується на раму, а блок пружин вирівнює платформу. На платформі розміщуються ріжучий апарат, механізм виносу мотовила, привод різального апарата, транспортер, контрпривод ріжучого апарата, редуктор та варіатор мотовила.



Рис. 1. Жатка ЖРБ- 4,2

Платформу можна шарнірно навісити на похилу камеру комбайнів СК-5А і СК-6 через перехідну раму, яка опирається на ґрунт за допомогою опорних коліс. Регулювання висоти та виносу мотовила здійснюється механізмом підйому. Ріжучий апарат відкритого типу, з двома рухомими ножами, приводиться в рух за допомогою двох шатунів і ексцентриків. Транспортер складається з п'яти транспортерних стрічок, на яких розміщені металеві планки, що підвищує активність транспортера [3].

Регулювання обертів мототила здійснюється варіатором через зміну діаметрів обох шківів, керованим верхнім шківом. Механізм керування розташований автономно на базі плунжерного гідроциліндра. Мототило є універсальним, шестилопатевим, з механізмом нахилу граблин, який можна регулювати в робочому стані. Гідросистема включає рукави високого тиску та два гідроциліндри регулювання висоти мототила. Карданна передача складається з вала та труби з цапфою, що передає крутний момент від нижнього контрприводу похилої камери комбайна до валу редуктора жниварки. Опорні колеса призначені для стояння жатки на площадці зберігання.

Зернобобова жниварка ЖРБ-4,2А є однією з найбільш добре працюючих конструкцій, яка вже давно застосовується в зерновиробництві України і залишається популярною й до цього дня. Вона добре підходить для збирання гороху, гречки та насіння зернобобових трав за роздільною технологією збирання [3,4].

Завдяки своєму простому дизайну, технічне обслуговування здійснюється без ускладнень, а технологічне обслуговування є зручним і безпечним. Жниварка ефективно використовується як при розкосі поля під час збирання конюшини на насіння, так і під час збирання зернових культур.

Проте, серйозною недолікою її експлуатації є значне ущільнення ґрунту від ходової системи скошувального агрегату (СК-5 "Нива" +ЖРБ-4,2А) через велику масу останнього. Також слід зазначити значні витрати палива на 1 гектар скошеної площі під час виконання технологічного процесу, що обумовлені використанням для агрегування комбайна СК-5 "Нива" з великою потужністю двигуна (110 кВт).

Пристосування 54-108А до зернозбиральних комбайнів для збирання насіння трав (рис. 2) випускається серійно. Призначено для поліпшення якості збирання насіння трав зернозбиральним комбайном [3,4].

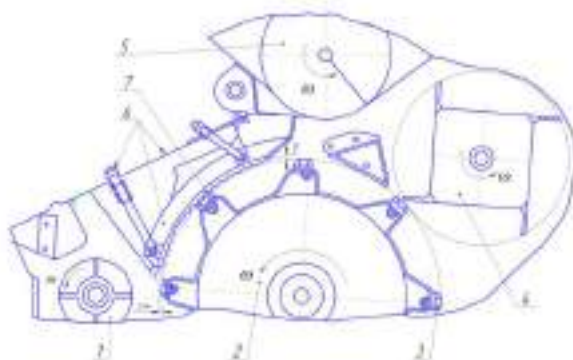


Рис. 2. Схема пристосування 54-108А для конюшини зернозбирального комбайна: 1 – приймальний бітер, 2 – молотильний барабан, 3 – бич, 4 – відбійний бітер, 5 – вивантажувальний шнек, 6 – пристосування, 7 – тертьова поверхня.

У комплекті пристосування містяться наступні елементи: тертковий пристрій, який виконаний у вигляді змінної кришки капота молотильного барабана і має підвішену колодку з тертковою поверхнею, що автоматично

відключається при збиранні зернових культур; дві змінні зірочки, які встановлюються в приводах колосових шнеків для підвищення їх пропускної здатності; заслінки вентилятора, які представлені у вигляді плоских розрізних кілець і встановлюються на боковинах кожуха вентилятора; додаткове решето з сіткою східчастої форми (розмір клітин 2,8x2,8 мм), що має дерев'яну рамку і встановлюється на нижнє жалюзійне решето; щиток з шарніром і надставка стрясної дошки (не використовується при збиранні конюшини і люцерни) [3-5].

До переваг відносять: високу доступність через порівняно невелику вартість устаткування.

Недоліками є: тривалий час монтажу обладнання; наявність стаціонарної обробки насіння, що може ускладнювати процес роботи.

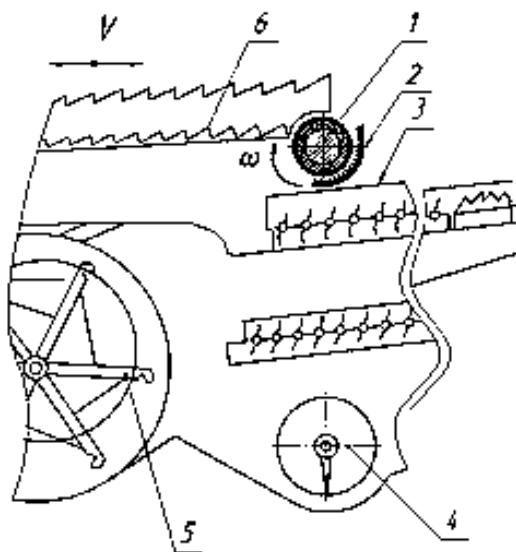


Рис. 3. Схема домолочувального пристрою конюшини в зернозбиральному комбайні: 1 – обгумований барабан зменшеного діаметра; 2 – дека з обгумованою тірочною поверхнею; 3 – верхнє решето зерноочищення; 4 – шнек; 5 – вентилятор; 6 – грохот.

Додаткове устаткування для насіння, складається з барабану у формі багатогранника, де по вершинах граней розташовані рифи, а поверхня підбарабання має рифлену текстуру (рис.3). За допомогою цього пристрою було досягнуто високого показника вимолоту насіння з бобів люцерни та конюшини – 99,0% [3-5].

За останні часи спостерігається тенденція в розробці домолочувальних пристроїв, які призначені для обмолоту як бобів люцерни, так і конюшини. Це може включати розробку універсального пристрою для домолоту обох видів бобів або модернізацію конюшинотерки для обмолоту бобів люцерни [4].

Пристосування СКС-5К до зернозбирального комбайна СК-5 (рис. 4). Цей

пристрій можна використовувати під час збирання насінних посівів трав, як роздільним, так і прямим комбайнуванням, а також під час обмолоту маси комбайном на стаціонарі. У комплекті знаходиться роторний тертковий пристрій і пневмовідцентровий сепаратор, які змонтовані на загальній рамі.

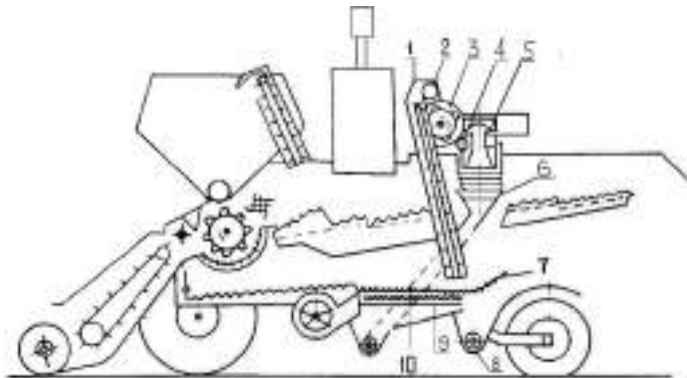


Рис. 4. Схема комбайна СК-5 з пристосуванням СКС-5: 1 – елеватор; 2, 4, 8 – шнеки; 3 – автономний тертковий пристрій; 5 – пневмовідцентровий сепаратор, 6 – збірник; 7 – подовжувач грохоту; 9 – повітряно-решетна очистка; 10 – лоток.

Прилад встановлюється на вершині молотарки комбайна між двигуном та копнувачем. Сепаратор знаходиться по боках молотарки, при цьому розміри транспортного засобу не порушуються [4,5].

Тертковий механізм складається з ротора та рифленої деки, розміщених у циліндричному корпусі. Матеріал переміщується вздовж осі за допомогою напрямних, що розташовані у верхній частині корпусу.

Ротор представляє собою барабан із чотирма рифленими бичами, що взяті зі зернозбиральних комбайнів. Діаметр барабана становить 350 мм, довжина - 730 мм, а частота обертання – 1450 хвилин⁻¹.

Рифлену деку складають чотири секції, у яких можна регулювати зазор між поверхнею деки та бичами барабана на вході від 1 до 20 мм та на виході від 1 до 10 мм.

При монтажі пристрою для подачі маси використовують колосовий елеватор та верхній колосовий шнек. Для збільшення подачі маси на нижньому кінці вала колосового шнека закріплюють зірочку з 18 зубами. На входних вікнах вентиля гора встановлюють щитки від серійного пристрою 54-108А [4,5].

Технологічний процес роботи комбайна з використанням пристосування протікає наступним чином: скошена маса спочатку надходить у молотильний апарат. Далі груба маса пройде соломотряс і потрапить у копнувач, де утворить валок. Насіння, яке випало через отвори підбарабання та жалюзійну поверхню клавійного соломотряса, буде направлено на повітряно-решітну очистку за допомогою транспортної дошки. Легкі фракції будуть відокремлені потоком повітря від вентилятора. Чисте насіння конюшини пройде через отвори пробивного решета до зернового шнека й елеватором подасться в бункер [4-6].

Невидалені соломисті домішки та пижина потраплять у колосовий шнек, а потім через елеватор та верхній шнек – в тертковий пристрій. Там маса буде перетерта бичами ротора, а потім направлена в корпус пневмоцентробежного

сепаратора для подальшого очищення. Очищене насіння потрапить у збірник і через лоток буде направлено в зерновий елеватор, а потім – у бункер.

Переваги цієї системи включають простоту конструкції та обмежений набір необхідної техніки на стаціонарі. Однак, недоліком є недостатнє витирання насіння з головок [5].

Компанія New Holland пропонує широкий вибір жаток для збирання різних видів культур, включаючи дрібнонасінні злакові, ріпак, кукурудзу, сою, льон, бобові, трави, конюшину, просо, рис та інші культури, що знаходять використання в сучасному землеробстві (рис. 5) [5].



Рис. 5. Комбайн New Holland з двороторною системою обмолоту та сепарації Twin Rotor.



Рис. 6. Жатка Superflex від New Holland.

Незалежно від того, чи працюєте в пагорбах чи на рівнинах, жатка New Holland гарантує ефективне та безвтратне збирання врожаю.

Серія жаток Superflex (рис. 6) від New Holland призначена для роботи на нерівних полях, де важливо зберігати однакову висоту стерні на всіх ділянках. Ріжучий апарат прогинається по поверхні робочої ширини, наслідуючи рельєф ґрунту і забезпечуючи рівномірний зріз на всій ширині прокошу [4-6].

Жатки цієї серії від 6,10 до 10,67 метрів можуть використовуватись для збирання різних видів зернових культур та сумісні зі всіма зернозбиральними комбайнами New Holland.

Унікальна система регулювання прогину різального апарата з гумовими пружинами (рис. 7), запатентована компанією, дозволяє легко і швидко регулювати його вручну. Це забезпечує максимальну точність копіювання рельєфу поля в різних умовах роботи [4-6].



Рис. 7. Система регулювання прогину різального апарата з гумовими пружинами.

Кожну пружину, встановлену на тримачах ріжучого апарата, можна регулювати незалежно, дозволяючи точно налаштувати прогинання різального апарата для копіювання нерівного рельєфу чи вирівняти його для досягнення максимальної продуктивності на рівних полях [5,6].

Система гідравлічного регулювання прогину різального апарата є опційною можливістю для тих, хто працює в умовах з нерівною поверхнею (рис.8).



Рис. 8. Система гідравлічного регулювання прогину різального апарата.

Ця система дозволяє оператору змінювати прогин різального апарата безпосередньо з кабіни комбайна, спрощуючи процес і забезпечуючи постійну точність зрізу.

Жатка серії Superflex розроблена з урахуванням особливостей роботи на нерівних полях. Верхня панель різального апарата має виступ, який запобігає потраплянню каменів у жатку та випаданню важких бобових культур. Короткі копіювальні башмаки допомагають зменшити масу жатки і дозволяють підвести різальний апарат ближче до поверхні ґрунту для більш точного копіювання рельєфу (рис. 9) [5,6].



Рис. 9. Однакова висота стерні.

Щоб забезпечити акуратний зріз, коса жаток Superflex виготовлена з ножових сегментів з верхньою насічкою, що має 10 зубців на кожні 25 мм зрізу. Це забезпечує ефективну роботу жатки при збиранні різних видів культур на будь-яких умовах роботи.

Висновок. Вирощування багаторічних трав для отримання насіння є важливим аспектом підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва та забезпечення кормової бази тваринництва. Використання сучасної техніки, такої як жнивarki, зернобобові жатки та комбайни з покращеними механізмами, дозволяє знизити втрати насіння під час збору, оптимізувати енергетичні витрати та підвищити якість врожаю. Впровадження нових технологій сприяє ефективнішому та екологічно стійкому розвитку аграрного сектору.

Список використаної літератури

1. Технологія вирощування конюшини. веб-сайт. URL: <https://ias.pp.ua/%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE> (дата звернення 13.09.2024)
2. Машины для збирання зернових та технічних культур: посібник ред.: В. Кравчука, Ю. Мельника. Дослідн.: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 296 с.
3. Кравчук В. Занько М. Зернові жатки сучасних комбайнів: конструкційні особливості та експлуатаційні показники. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. Вип. 24 № 38. 2019. С. 176-185.
4. Демидась Г. І., Галушко І. В. Економічна та енергетична ефективність вирощування різних сортів конюшини лучної на кормові цілі. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Вип. 12. № 1. С. 18–27.
5. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник Київ: Каварела. 2018. 552 с.

б. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.

Андрій ДЯЧЕНКО⁴,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічного факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТРЕКІНГОВИХ СИСТЕМ У МОБІЛЬНИХ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

***Анотація.** У статті розглянуто переваги використання трекінгових систем у мобільних фотоелектричних станціях. Описано основні аспекти застосування трекінгу для підвищення ефективності виробництва енергії, зменшення витрат на одиницю енергії, а також забезпечення автономності мобільних зарядних систем. Наведено приклади ефективного використання мобільних фотостанцій у різних екстремальних умовах, їх роль у забезпеченні енергією віддалених регіонів і під час надзвичайних ситуацій. Стаття підкреслює важливість розвитку та впровадження технологій трекінгу для мобільних зарядних пристроїв.*

***Annotation.** The article discusses the advantages of using tracking systems in mobile photovoltaic stations. The main aspects of the application of tracking for increasing the efficiency of energy production, reducing costs per unit of energy, and ensuring the autonomy of mobile charging systems are described. Examples of effective use of mobile photo stations in various extreme conditions, their role in providing energy to remote regions and during emergency situations are given. The article highlights the importance of developing and implementing tracking technologies for mobile chargers.*

***Вступ.** У сучасному світі, коли потреба в екологічно чистій та відновлюваній енергії стає дедалі актуальнішою, сонячна енергетика посідає провідне місце серед джерел відновлюваної енергії. Сонячні фотоелектричні системи, які здатні безпосередньо перетворювати сонячну енергію в електричну, стають важливим компонентом не лише для великих енергетичних об'єктів, але й для автономних, мобільних рішень [1]. Використання сонячних панелей забезпечує зменшення залежності від традиційних джерел енергії, таких як викопне паливо, а також сприяє зниженню викидів парникових газів.*

⁴Науковий керівник – Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Однією з головних проблем сонячної енергетики є нестабільність надходження сонячного випромінювання, що залежить від часу доби, погоди та пори року. Це робить завдання підвищення ефективності збору сонячної енергії першочерговим. Одним із ключових рішень цієї проблеми є використання трекінгових систем, що дозволяють сонячним панелям автоматично слідкувати за рухом сонця протягом дня. Завдяки цьому панелі постійно перебувають під оптимальним кутом до сонячного випромінювання, що дозволяє значно підвищити ефективність виробництва енергії.

Трекінг стає важливим не тільки для стаціонарних фотоелектричних станцій, але й для мобільних систем. Мобільні трекінгові фотостанції, оснащені цією технологією, знаходять застосування в найрізноманітніших сферах — від туристичних експедицій до гуманітарних місій і екологічних проєктів. Такі станції дозволяють забезпечувати енергією мобільні пристрої, навігаційне обладнання та іншу техніку у віддалених регіонах, де доступ до традиційної електромережі є обмеженим або взагалі відсутній [1-2].

Мобільні трекінгові фотостанції поєднують в собі переваги високої енергоефективності та автономності, забезпечуючи стабільний потік електроенергії протягом усього дня, навіть в умовах мінливої погоди або важкодоступних географічних умов. Це робить їх незамінним рішенням для застосування в екстремальних умовах, таких як гірські райони, пустелі або водні простори.

Дана стаття має на меті розглянути основні переваги використання трекінгових систем у мобільних фотоелектричних станціях, а також дослідити їхній вплив на підвищення ефективності енергозабезпечення в різних умовах. Окрім того, буде проаналізовано актуальні технологічні рішення та перспективи розвитку таких систем у майбутньому, зокрема їхнє застосування у сфері екологічних та гуманітарних проєктів.

Виклад основного матеріалу. Переваги трекінгу для мобільних фотоелектростанцій

Трекінг полягає в автоматичному налаштуванні положення сонячних панелей відповідно до зміни положення сонця на небі, що дозволяє панелям постійно бути під оптимальним кутом до сонячного випромінювання [3].



Рис. 1. Трекінгова сонячна панель

Це підвищує ефективність збору енергії, що є особливо важливим для мобільних фотостанцій. Основними перевагами використання трекінгу є:

1. Підвищення виробництва енергії: Сонячні панелі з трекінгом здатні збирати більше енергії, ніж стаціонарні панелі, завдяки можливості налаштовувати кут нахилу протягом дня [1]. Це особливо важливо в умовах змінної інтенсивності сонячного випромінювання і зміни положення сонця протягом року [4].

2. Підвищення ефективності енергозабезпечення: Трекінгові системи забезпечують стабільний потік енергії протягом усього дня, що дозволяє мобільним станціям ефективно функціонувати навіть за мінливої сонячної активності [2].

3. Зменшення витрат на одиницю енергії: Незважаючи на початкові високі витрати на впровадження трекінгових систем, збільшене виробництво енергії дозволяє знизити собівартість енергії. Це робить трекінгові фотостанції конкурентоспроможними порівняно з традиційними джерелами енергії [5].

4. Ефективність використання ресурсів: Мобільні трекінгові фотостанції дозволяють зменшити кількість необхідних панелей для досягнення цілей з енергозабезпечення, що також знижує потребу у великій земельній площі для їх розміщення [3].

Застосування мобільних трекінгових фотостанцій

Мобільні фотостанції є автономними зарядними системами, які можуть використовуватися для забезпечення енергією мобільних пристроїв у віддалених районах або екстремальних умовах [2]. Однією з головних переваг таких станцій є їхня мобільність, що дозволяє легко переміщувати їх у різні місця для забезпечення енергії.

Застосування мобільних трекінгових фотостанцій є актуальним у таких сферах:

1. Туризм та експедиції: Віддалені райони, гори або пустелі часто не мають доступу до електромереж, що ускладнює використання мобільних пристроїв. Трекінгові станції дозволяють заряджати техніку в таких умовах, забезпечуючи енергію для навігаційних пристроїв або комунікаційного обладнання [4].



Рис. 2. Мобільні трекінгові станції

2. Гуманітарні та екологічні проекти: У зонах надзвичайних ситуацій, де електромережі пошкоджені, мобільні фотостанції можуть забезпечити електроенергію для медичних та рятувальних операцій [5]. Крім того, їх можна використовувати для забезпечення енергією екологічних досліджень у віддалених регіонах [4].



Рис. 3. Портативна сонячна панель

Технологічний розвиток трекінгових систем

Сучасні трекінгові системи стають все більш автоматизованими та ефективними [3]. Вони використовують сенсори, які постійно аналізують положення сонця, а також алгоритми керування, що забезпечують оптимальний кут нахилу панелей. Розвиток цих технологій дозволяє підвищити продуктивність трекінгових фотостанцій та збільшити їхню стійкість до впливу зовнішніх факторів, таких як погодні умови або механічні пошкодження [2].

Висновок. Мобільні трекінгові фотостанції є важливим кроком вперед у розвитку портативних зарядних систем. Завдяки їхній автономності, ефективності та здатності працювати в екстремальних умовах, вони забезпечують доступ до енергії в різних сферах життя, від туризму до рятувальних операцій [4]. Подальший розвиток трекінгових технологій сприятиме підвищенню ефективності та стійкості цих систем, роблячи їх незамінними у світі, де доступ до енергії є критично важливим фактором [1].

Список використаної літератури

1. Бондаренко М. А., Полянська С. В. Використання трекінгових систем у фотоелектростанціях: переваги та перспективи. Енергетичні системи України. 2019. № 3. С. 24–29.
2. Гончаренко І. В. Автоматизація електростанцій на основі трекінгових технологій. Вісник технічних наук. 2020. № 4. С. 15–22.
3. Коваленко О. М., Литвин С. П., Соловійов А. Д. Розвиток технологій слідкування за сонячною активністю. Сучасні енергетичні технології. 2018. № 7. С. 30–37.

4. Науменко І. Г., Шевченко О. П. Мобільні фотоелектричні станції: автономність і ефективність. Відновлювана енергетика. 2021. № 2. С. 40–47.

5. Титаренко В. П. Фотоелектричні системи в умовах змінного клімату. Науковий огляд. 2020. № 5. С. 18–25.

Микола ІВАНОВ⁵,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ЗА РАХУНОК МОДЕЛЮВАННЯ НА ЕОМ

***Анотація.** Стаття присвячена питанням роботи насосної станції в контексті використання її імітаційної моделі для розробки оптимального керування та контролю. Моделювання допомагає дослідити роботу асинхронного двигуна в різних режимах і вибрати оптимальні керуючі параметри для максимальної енергоефективності та ресурсозбереженості.*

***Ключові слова:** імітаційне моделювання, асинхронний двигун, насосна станція.*

***Annotation.** The article is devoted to issues of pumping station operation in the context of using its simulation model for the development of optimal management and control. Modeling helps to investigate the operation of an asynchronous motor in different modes and to choose the optimal control parameters for maximum energy efficiency and resource conservation.*

***Key words:** simulation modeling, asynchronous motor, pumping station.*

***Вступ.** Електроприводи насосних станцій є ключовою енергетичною основою сучасного виробництва, споживаючи близько 60% загальної електроенергії. Відповідно, найбільший потенціал для енергозбереження можна досягти саме в цій сфері. Значну частину електроенергії використовують електроприводи, що працюють на асинхронних електродвигунах з короткозамкненим ротором, які широко застосовуються в повсякденному житті. Основний шлях до енергозбереження полягає в переході від нерегульованих електроприводів до регульованих. Це напрямок активно розвивається у світовій практиці завдяки двом важливим факторам: значному зростанню вартості енергоресурсів та суттєвим досягненням у галузі силової електроніки і мікроелектроніки. Тому актуальним є дослідження імітаційних моделей роботи асинхронних двигунів насосних станцій з метою визначення оптимальних*

⁵Науковий керівник: Колісник М.А., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

параметрів роботи та підвищення енергоефективності. Метою даної статті є визначення оптимальних режимів роботи асинхронного двигуна насосної станції за допомогою моделювання його роботи на ЕОМ.

Виклад основного матеріалу. Основними активними регулюючими пристроями системи водопостачання є насосні агрегати з асинхронними двигунами, керування якими здійснюється за допомогою перетворювачів частоти, що дозволяє створити надійну й ефективну систему регулювання.

Запропонована система є одноконтурною системою управління, з одним зовнішнім контуром - контуром тиску.

Структурна схема проектованої системи представлена на рис. 1.

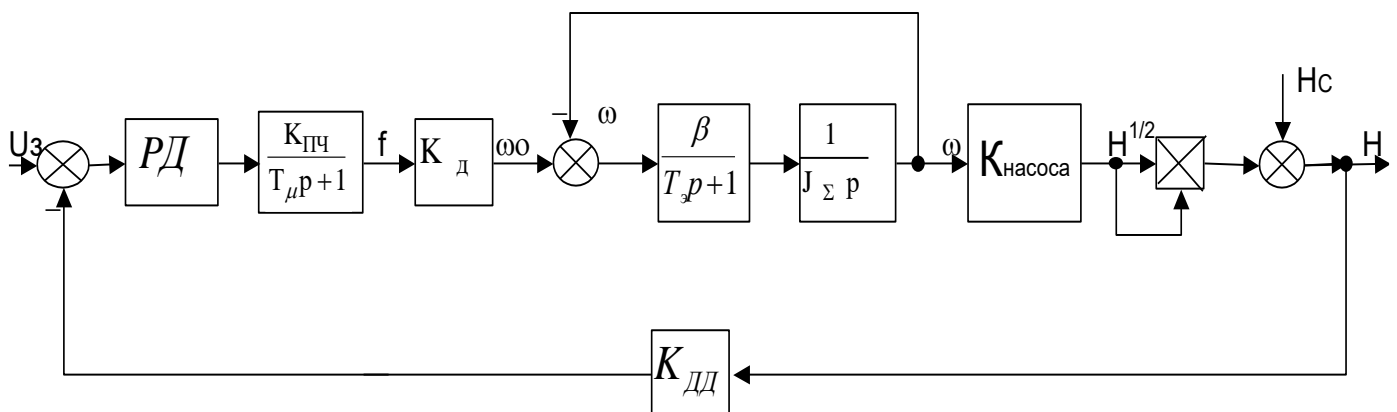


Рис. 1. Структурна схема електромеханічної системи:

де РД – регулятор тиску;

$K_{д}$ – коефіцієнт передачі двигуна:

$$K_{д} = \frac{2\pi}{p} \quad (1)$$

$K_{дт}$ - коефіцієнт зворотного зв'язку по тиску:

$$K_{дт} = \frac{U_c}{I_i} \quad (2)$$

Розрахунок параметрів об'єкту управління. У загальному випадку об'єкт управління описується наступною функціональною схемою (рис. 2).

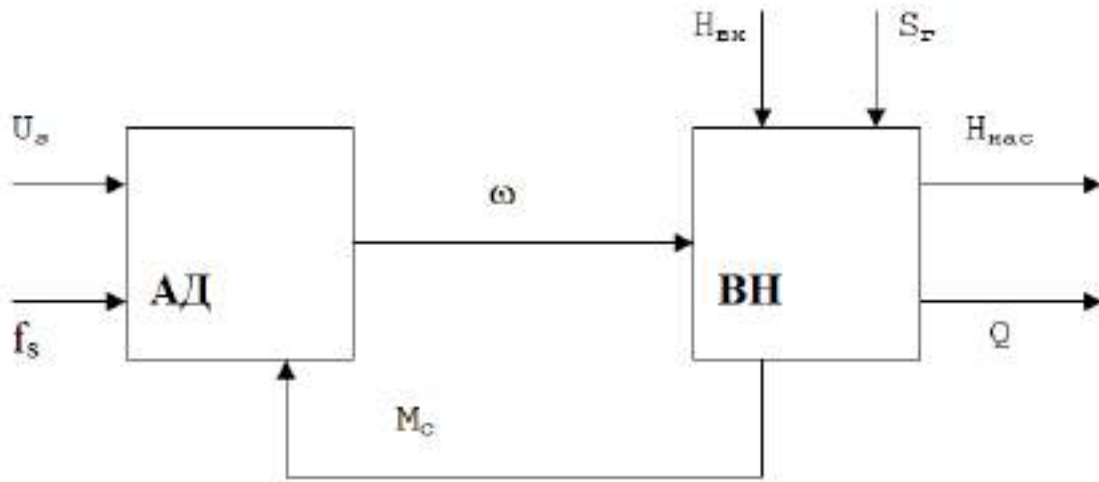


Рис. 2. Функціональна схема насосного агрегату.

Позначення на рисунку:

АД – асинхронний двигун;

ВН – відцентровий насос;

U_s – напруга статора, В;

f_s – частота напруги статора, Гц;

ω – кутова швидкість обертання ротора і робочого колеса насоса, рад/с;

M_c – статичний момент навантаження на валу двигуна, Нм;

$H_{нас}$ – тиск на виході насоса, м;

$H_{вх}$ – тиск на вході насоса, м;

Q – продуктивність насоса, м³/с;

S_r – гідравлічний опір магістралі.

Як відомо, навантаження відцентрових і осьових насосів, вентиляторів і інших механізмів типу вентилятора називається навантаженням вентилятора. Статичний момент в подібних механізмах залежить від швидкості обертання робочого колеса в другому ступені. Для виведення залежності моменту опору на валу двигуна від його швидкості обертання необхідно мати математичні вирази характеристики насоса і характеристики трубопроводу.

Основними параметрами насоса є напір і подача. Подачею Q називається об'єм рідини, що подається насосом в одиницю часу.

Напір H визначається як різницю енергії яка міститься в 1кг рідині (питомої енергії) на ділянці від входу в насос до виходу з нього.

Диференційне рівняння яке описує насос [9] має вигляд:

$$\frac{m}{\rho g} \dot{Q} + s^2(a + a_\phi)Q^2 = s^2 \frac{H_{0н}}{\omega_n^2} \omega^2 + s^2 H_{ст}, \quad (2)$$

де m – маса води в насосі і трубопроводах;

g – прискорення вільного падіння;

ρ – щільність рідини.

Згідно з цим рівнянням можна скласти наступну схему (рис 3).

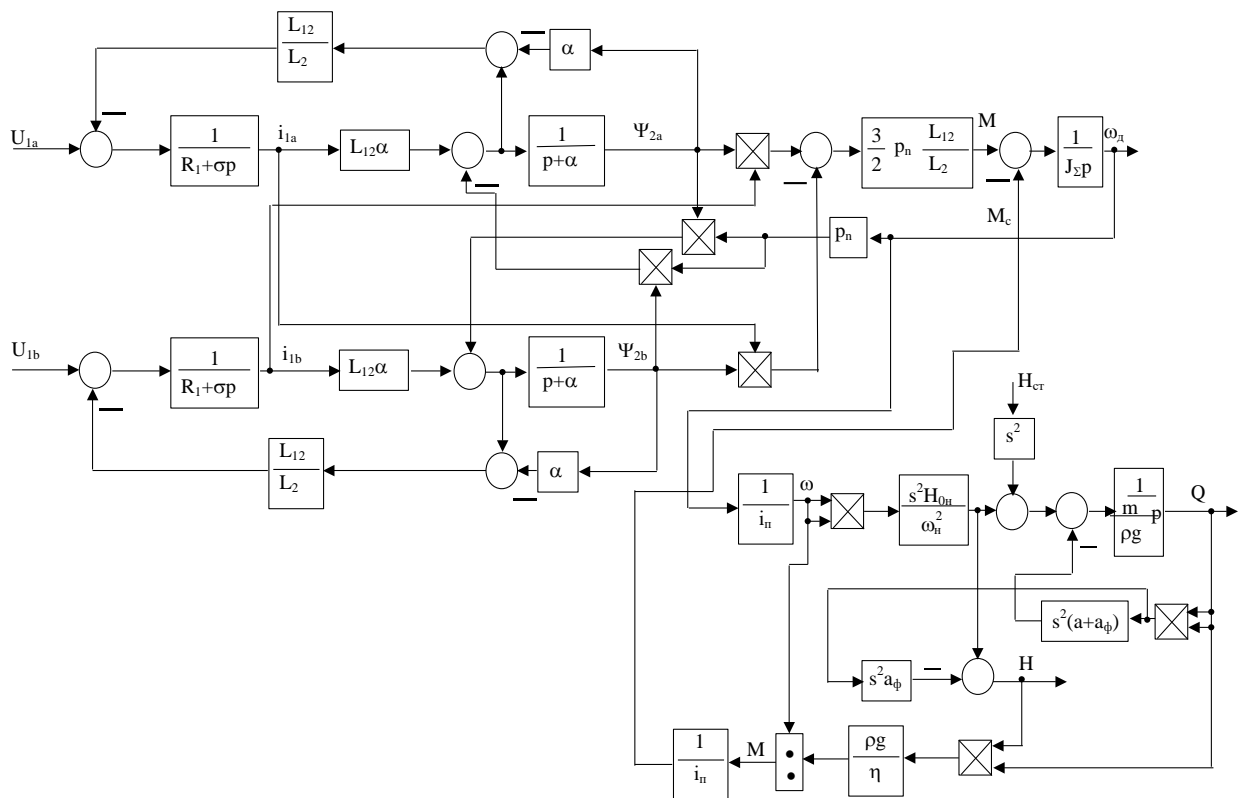


Рис. 3. Структурна схема насосної установки

Приведена вище схема є занадто громіздкою і вимагає обліку багатьох параметрів рідин, що визначаються в динаміці. Для вирішення завдань автоматизації доцільно лінеаризувати цю схему використовуючи подібності (3).

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (3)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}$$

Прийmemo $Q_2 = Q_H$, $H_2 = H_H$, $\omega_2 = \omega_H$; $Q_1 = Q_*$, $H_1 = H_*$, $\omega_1 = \omega_*$;

де Q_H , H_H , ω_H – номінальні значення параметрів насосної установки;

Q_* , H_* , ω_* – поточні значення параметрів насосної установки.

Тоді рівняння (3) прийме вид (4) :

$$\frac{Q_*}{Q_H} = \frac{\omega_*}{\omega_H} \quad (4)$$

$$\frac{H_*}{H_H} = \frac{\omega_*^2}{\omega_H^2}$$

Виразимо значення тиску і подачу насоса через швидкість на валу двигуна (5) і (6) :

$$Q_* = \frac{Q_H}{\omega_H} \omega_* = k_1 \omega_* \quad (5)$$

$$H_* = \frac{H_H}{\omega_H^2} \omega_*^2 = k_2 \omega_*^2 \quad (6)$$

де k_1, k_2 – постійні величини.

Якщо не враховувати інерційність перетворювача частоти і електромагнітних ланцюгів двигуна, вважаючи, що вони на порядок нижче, ніж постійна часу технологічного об'єкту, і зв'язок об'єкту і електроприводу через M_c , вважаючи, що жорсткість механічної характеристики двигуна досить висока, то структурну схему у разі управління

Для моделювання системи управління насосної установки скористаємося додатком Simulink пакету прикладного програмного забезпечення MATLAB 7.1.

Слід зазначити той факт, що за реальних умов роботи пуск насосної установки, зміна тиску в споживчій мережі, не відбувається стрибкоподібно, а носить плавний характер.

Метою імітаційного моделювання є дослідження роботи установки в критичних режимах роботи, перевірка правильності синтезу регулятора. Дослідження перехідних процесів в системі стабілізації тиску проводимо з використанням спрощеної моделі АД і врахування постійної часу насоса. Для дослідження динаміки системи в додатку Simulink розроблена модель насосної установки, що дозволяє проводити моделювання з обліком і без урахування обмежень регулятора тиску і з можливістю подання на вхід системи завдання різного виду. Схема моделі САУ насосної установки приведена на рис. 4.

Проаналізуємо цю систему в наступних режимах без обмеження регулятора тиску і з обмеженням:

- пуск стрибком на холостому ході;
- накидання навантаження, M_c, N_m ;
- плавний пуск від задатчика інтенсивності і накидання навантаження.

У статті прийнято, що вплив гідромережі на АД характеризується ступінчастим характером накидання. Оскільки параметри гідромережі залежать від конкретної конфігурації і зазвичай забезпечують плавне наростання M_c , то цей випадок є найбільш важким.

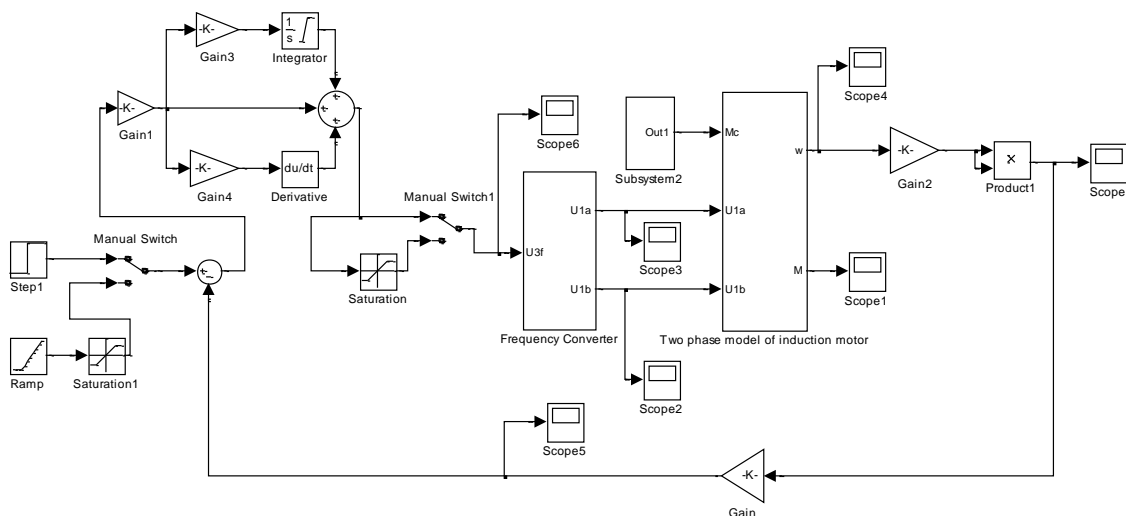


Рис. 4. Схема моделі САУ насосної установки

Урахування обмеження здійснюється за допомогою блоку Saturation [1]. Тобто для випадку з обмеженням рівень обмеження виставляється на рівень 20.

Перемикачем Manual Switch -1 комутується режим: вхідний сигнал: стрибок - задатчик інтенсивності (лінійне наростання сигналу до заданого рівня); Manual Switch - 2 включає режим обмеження; Manual Switch - 3 здійснює накидання навантаження.

Модель системи складена з окремих блоків. Кожен блок реалізує певний елемент структурної схеми. Модель містить і інші компоненти, призначені для забезпечення працездатності і візуалізації результатів моделювання.

Аналіз динамічних режимів електроприводу. Графік зміни тиску, при реакції на вхідний стрибок без урахування обмежень на виході регулятора тиску приведені на рис. 5. Графіки зміни тиску, при реакції на плавне наростання сигналу завдання без урахування обмежень на виході регулятора тиску представлені на рис. 6.

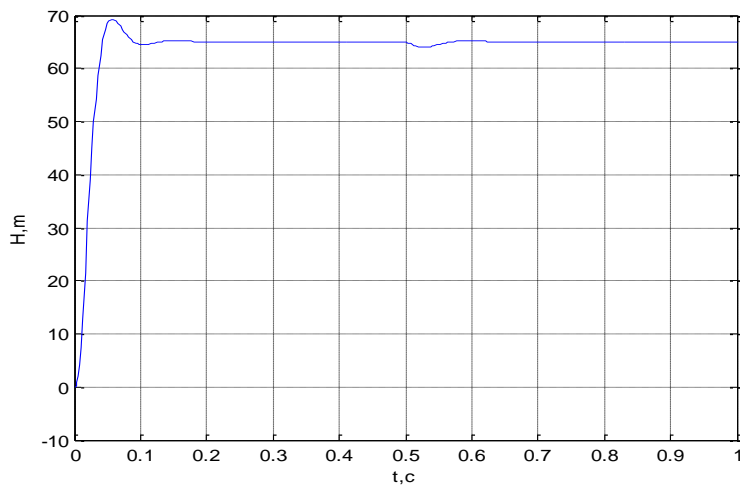


Рис. 5. Графік переходного процесу зміни тиску, при реакції на стрибок сигналу завдання без урахування обмежень на виході регулятора тиску і накидання навантаження

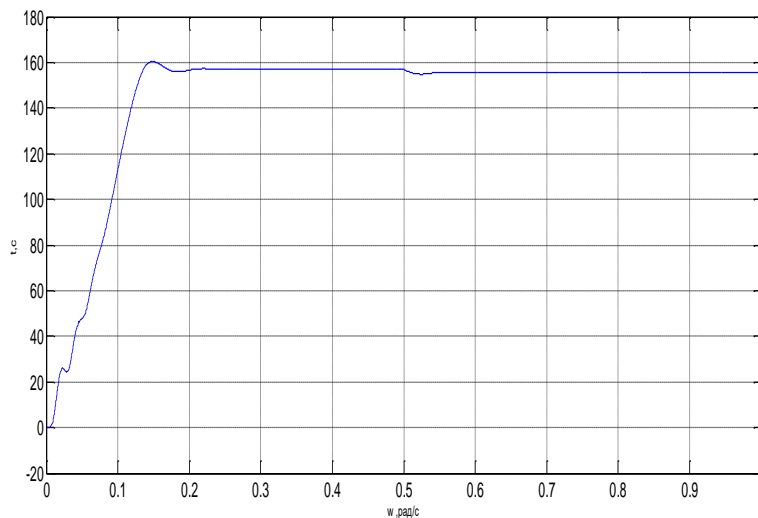


Рис. 6. Графік переходного процесу зміни швидкості, при реакції на стрибок сигналу завдання без урахування обмежень на виході регулятора тиску і накидання навантаження

Основні показники якості перехідних процесів:

При $t = 0$ – був зроблений пуск двигуна на холостому ході.

При $t = 0,5 \text{ c}$ – накидання навантаження.

Час перехідного процесу : $t_n = 0,08 \text{ c}$

Перерегулювання:

$$\sigma = \frac{H_{\max} - H_{уст}}{H_{уст}} \cdot 100\% = \frac{69 - 65}{65} \cdot 100\% = 6,1\% . \quad (7)$$

Динамічне падіння швидкості при накиданні навантаження:

$$\Delta H_{\text{дин}} \% = \frac{\Delta H}{H_{уст}} \cdot 100\% = \frac{65 - 64}{65} \cdot 100\% = 1,5\% . \quad (8)$$

Час відновлення тиску : $t_\epsilon = 0,7 \text{ c}$.

Плавне регулювання за допомогою програмного універсального ПД-регулятора, вбудованого в перетворювач частоти, дозволяє плавно змінювати тиск в трубопроводі та підтримувати його на заданому рівні (рис. 7).

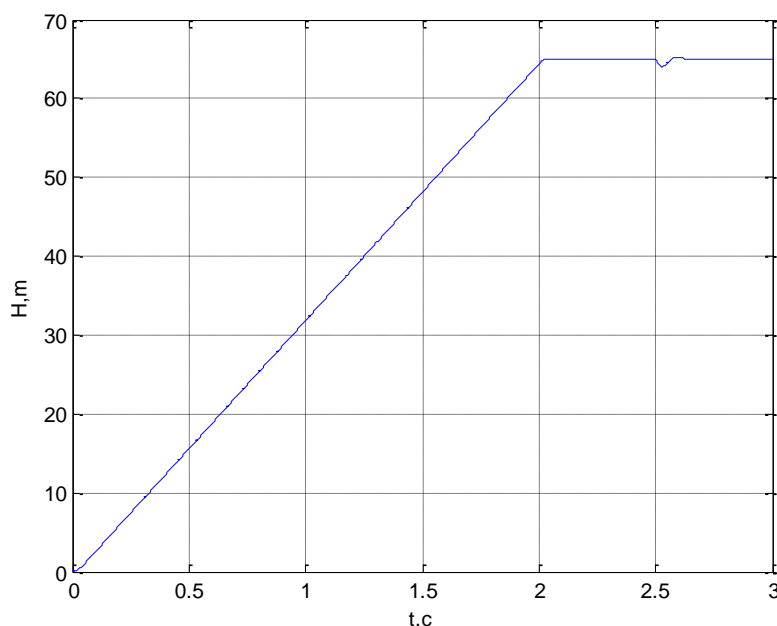


Рис. 7. Графік перехідного процесу зміни тиску, при реакції на плавне наростання сигналу завдання без урахування обмежень на виході регулятора тиску і накидання навантаження.

При введенні обмеження на вихідний сигнал регулятора, показники якості перехідних процесів погіршуються. А саме швидкість системи дещо падає, а перерегулювання зростає. Використання на вході системи датчика інтенсивності дозволяє забезпечити пуск насосної установки за заданий час без гідроудару, перерегулювання при цьому зменшується.

Висновки. 1. Розроблена система являє собою одноконтурну систему управління, з одним зовнішнім контуром - контуром тиску. Регулятор тиску за допомогою програмного універсального ПД-регулятора, вбудованого в

перетворювач частоти, дозволяє плавно змінювати тиск в трубопроводі та підтримувати його на заданому рівні.

2. Проведене моделювання системи управління насосної установки в програмі SIMULINK пакету прикладного програмного забезпечення MATLAB, показало правильність вибору структурної схеми насосної установки. Використання на вході системи задатчика інтенсивності дозволяє забезпечити пуск насосної установки за заданий час, без значних коливань моментів на валу двигуна, та тиску в трубопроводі.

Список використаної літератури.

1. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В.. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.

2. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія. К.: Видавництво Ліра- К, 2016. 312 с.

3. Методи сучасної теорії управління: підручник /А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. Київ : Видавництво Ліра-К. 2019. 368 с.

4. Шефер О.В. Електропривод та автоматизація загальнопромислових механізмів: конспект лекцій. Полтава: ПолтНТУ, 2011. 154 с.

5. Щерба А.А. та ін. Електроніка та мікросхемотехніка: навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Победаш, В.А. Святненко. Київ, НТТУ "КП", 2013. 360 с.

Олександр КОЧМАРУК⁶,

Студент 3-го курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

АНАЛІЗ КОРОТКИХ ЗАМИКАННЯ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИДИ ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ

Анотація. У даній роботі розглянуто явище коротких замикань у системах електропостачання, їх типи, основні причини виникнення та наслідки для обладнання і стабільності електричних мереж. Проаналізовано різні класифікації коротких замикань, зокрема їхні характеристики, вплив на роботу енергосистем та можливі пошкодження, спричинені цими аварійними ситуаціями. Окремо висвітлено наслідки коротких замикань для надійності

⁶Науковий керівник – Штуць А.А. к.т.н., старший викладач кафедри електроенергетики електротехніки та електромеханіки.

електропостачання і методи запобігання таких аварій. Стаття також акцентує увагу на заходах безпеки та рішеннях для мінімізації ризиків коротких замикань у сучасних електричних мережах.

Ключові слова: коротких замикань, автоматичні вимикачі

Annotation. *The article examines the phenomenon of short circuits in power supply systems, their types, main causes, and consequences for equipment and the stability of electrical networks. Various classifications of short circuits are analyzed, including their characteristics, impact on the operation of power systems, and potential damage caused by these emergency situations. The consequences of short circuits for the reliability of power supply and methods for preventing such failures are highlighted. The article also emphasizes safety measures and solutions to minimize the risks of short circuits in modern electrical networks.*

Keywords: *short circuits, automatic switches*

Вступ. Сучасна вітчизняна енергетика характеризується розвитком окремих енергосистем і об'єднанням їх в єдину автоматизовану енергетичну систему (ЕС) України, зростанням встановлених потужностей окремих електростанцій і підстанцій, введенням в експлуатацію все більш потужних і економічних агрегатів (котел, турбіна, генератор, трансформатор), мереж надвисокої напруги. Зміни умов роботи енергетичних систем супроводжуються перехідними процесами, які призводять до зміни режимів енергетичних систем та параметрів її елементів. Сукупність процесів, що характеризують умови роботи ЕС та її стан в будь-який момент часу, називається режимом системи. Кількісними показниками режиму є значення потужності, напруги, струму та інших величин, пов'язаних між собою залежностями через відповідні параметри елементів системи. До параметрів елементів системи відносяться опори і провідності, коефіцієнти трансформації, постійні часу, коефіцієнти посилення та інші параметри, які визначаються фізичними властивостями і схемою з'єднання елементів, а також розрахунковими даними.

Виклад основного матеріалу. Види, причини і наслідки коротких замикань. В процесі експлуатації ЕС однією з головних причин порушення нормального режиму роботи окремих електроустановок і системи в цілому є виникаючі КЗ, які є будь-якими випадковими або умисними, не передбаченими нормальним режимом роботи, електричне з'єднання різних точок електроустановки між собою або із землею.

У місці КЗ може з'являтися електрична дуга з перехідним опором, який при порівняно великих струмах КЗ є практично активним і незмінним.

Замикання в глухо чи ефективно заземлених мережах через дугу або безпосередні з'єднання електроустановки називають короткими замиканнями. Замикання в не заземлених або резонансно-заземлених мережах відносять до простих замикань, які зазвичай називають замиканнями. Залежно від режиму нейтралів у електричних мережах можуть бути різні види коротких і простих замикань [1].

У кількісному відношенні КЗ в мережах, за усередненими даними розподіляються за видами наступним чином: $K^{(3)} \approx 5\%$; $K^{(2)} \approx 10\%$; $K^{(1)} \approx 65\%$; $K^{(1.1)}$ і $K^{(1+1)} \approx 20\%$. Однак статистичні дослідження, проведені в останні роки, показали, що відносна частота різних видів КЗ істотно залежить і від напруги мережі.

З статистичних досліджень потужної енергетичної системи слід також, що відносна частота різних видів КЗ на її елементах неоднакова. Найбільша відносна частота КЗ припадає на ЛЕП і підстанції – 47%, на електричну частину електростанцій – 19,1%, на силову частину електростанцій – 26,2% і на інші елементи системи – 1,1% [9].

Короткі замикання виникають в результаті порушень ізоляції електроустановок, які є наслідком різних причин: старіння ізоляції в процесі експлуатації електрообладнання; перенапруг; прямих ударів блискавки; механічних пошкоджень; накидів сторонніх предметів на струмоведучі частини; незадовільного догляду за електрообладнанням; помилкової дії обслуговуючого персоналу.

Наслідками КЗ є:

- неприпустимий нагрів електрообладнання і його термічне пошкодження через значне збільшення струмів (в 10-15 разів і більше);
- поява великих зусиль між струмоведучими частинами, які можуть призвести до їх механічного пошкодження п руйнування;
- зниження напруги і спотворення її симетрії, що негативно позначається на роботі споживачів. Так, при зниженні напруги на 30-40% протягом часу не менше 1 с зупиняються електродвигуни, в результаті чого можливі порушення технологічного циклу на підприємствах, поява браку продукції та інші наслідки, пов'язані з народногосподарським збитком;
- порушення стійкості окремих елементів і режиму СЕС в цілому, що приводить до виникнення аварійних ситуацій з відключенням великої кількості споживачів електричної енергії;
- загоряння електроустановок.

Для забезпечення безаварійного електропостачання слід проектувати та будувати електростанції з урахуванням можливих коротких замикань, суворо дотримуватись правил експлуатації обладнання та покращувати його якість. Для виключення небезпечних наслідків коротких замикань застосовуються швидкодіючі релейні захисти, автоматичне включення резерву, регулюючі пристрої збудження синхронних машин та інші методи, що забезпечують стійкість системи.

Призначення розрахунків коротких замикань. Розрахунок електромагнітних перехідних процесів при короткому замиканні дозволяє визначити струми і напруги в короткозамкненому колі за розрахункових умов. Це необхідно для проектування та експлуатації електростанцій. Параметри можуть визначатися для конкретного моменту або обчислюватися в динаміці перехідного процесу. Метою розрахунку є знаходження струмів короткого

замикання в окремих гілках або точках кола для визначення аварійного режиму, що є критичним для електрообладнання.

Розрахунки струмів КЗ необхідні для наступних кінцевих цілей [3]:

- виявлення умов роботи споживачів при можливих КЗ та визначення допустимості того чи іншого режиму;
- вибору електричних апаратів електроустановок за умовами термічної і електродинамічної стійкості;
- проектування і налаштування засобів релейного захисту та автоматики ЕС;
- зіставлення, оцінки і вибору схем електричних з'єднань ЕС;
- координації та оптимізації значень струмів КЗ; оцінки стійкості роботи ЕС та її вузлів навантаження; проектування заземлюючих пристроїв; визначення впливу струмів КЗ на лінії зв'язку; вибору розрядників; аналізу аварій.

Допущення при розрахунках струмів короткого замикання. Стосовно до мереж напругою вище 1 кВ основні допущення наступні:

- нехтують насиченням магнітних систем всіх елементів кола КЗ (генераторів, трансформаторів та електродвигунів);
- всі навантаження представляють постійними індуктивними опорами;
- нехтують активними опорами елементів схеми, якщо відношення результуючих опорів від джерела до точки КЗ $r_{рез} / x_{рез} \leq 1/3$ (активні опори враховують тільки при визначенні ступеня загасання аперіодичних складових струмів КЗ);
- нехтують ємнісними провідностями на землю ПЛ напругою до 220 кВ (для КЛ напругою 110 кВ і вище ємнісні провідності необхідно враховувати);
- не враховують зсув по фазі ЕРС джерел енергії, що входять в розрахункову схему;
- нехтують відмінністю значень на перехідних індуктивних опорів по поздовжній і поперечній осях синхронних машин;
- нехтують струмами намагнічування трансформаторів і автотрансформаторів.

Електричні мережі напругою до 1 кВ є в основному розподільними, розгалуженими, містять значну кількість силових елементів, пристроїв, апаратів контролю та управління. Як правило, вони живляться від одного потужного джерела, для якого в аварійних режимах (КЗ) можна вважати $U_c = const$.

Розрахунки струмів КЗ в цих мережах виконують з тими ж припущеннями, що і в мережах напругою понад 1 кВ, але з урахуванням активних опорів силових елементів мережі. В розрахункову схему короткозамкненого кола необхідно додатково включати і враховувати, опори елементів РП (провідників, кабелів і шин довжиною 10-15 м і більше, струмових котушок розщиплювачів автоматичних вимикачів, первинних обмоток багатобиткових трансформаторів струму, перехідних опорів контактів, комутаційних апаратів) [3];

Обґрунтування методу. Метод розрахункових кривих застосовується для обчислення струмів короткого замикання, вибору апаратури розподільчих

пристроїв, перевірки струмоведучих частин в аварійних умовах і налаштування релейного захисту поблизу місця КЗ. Основні допущення методу: схема системи симетрична відносно місця КЗ, всі генератори однотипні з однаковими параметрами, відносне завантаження генераторів рівне, а віддаленість КЗ однакова для всіх генераторів, віднесена до їхньої номінальної потужності.

При таких умовах схему складної електричної системи (рис. 1. а) можна замінити радіальною (рис. 1, б) з одним еквівалентним генератором шляхом накладення однієї частини схеми на іншу.

$$X_{ne} = \frac{X_{n1} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_1} \cdot X_{n2} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_2}}{X_{n1} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_1} + X_{n2} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_2}} = X_{n1} = X_{n2} . \quad (1)$$

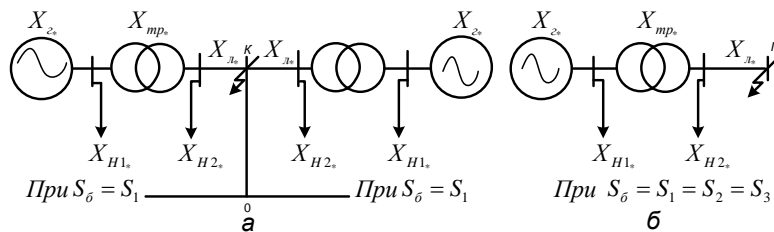


Рис. 1. Симетрична схема короткозамкненого кола.

У силу цих обставин криві зміни відносного струму $I_* = f(X_*; t)$ обчислені і побудовані за еквівалентною схемою при $S_{\sigma} = \sum S$, точно такі ж, як відповідні криві, побудовані з розрахунку будь-якого з генераторних променів симетричної схеми при $S_{\sigma} = S$ променя. З цього також випливає, що для побудови таких кривих досить розрахувати радіальну схему при різній віддаленості КЗ і знайти відносні струми для різних моментів часу, від початкового до сталого режимів[5].

Методика розрахунку. Отже, розрахункові криві побудовані за припущенням, що розрахункова схема повністю симетрична відносно місця КЗ, тобто генератори однотипні з однаковими відносними параметрами; в нормальному режимі ці генератори несуть однакове відносне навантаження і мають однакову віддаленість відносно місця КЗ. Залежно від того, наскільки відповідають дійсні умови реальної схеми вказаним – отримаємо певну похибку розрахунку[2].

Перша умова виконується в реальних схемах, оскільки однотипні генератори мають схожі параметри. Друга умова також зазвичай виконується, оскільки генератори до аварії були повністю завантажені. Третю умову можна проігнорувати в реальних високовольтних системах при великій віддаленості КЗ, але для різномісних або віддалених генераторів потрібно внести поправки.

При розрахунку струму КЗ за розрахунковими кривими є дві схеми — симетрична (метод загальної зміни струму) і асиметрична (метод індивідуальної зміни струму для окремих генераторів).

При розрахунку за загальною зміною еквівалентна схема зводиться до

одного результируючого опору $x_{*\delta}$, який використовується для визначення відносних струмів по розрахункових кривих [7]. При розрахунку за індивідуальною зміною дійсну схему, наприклад рис. 2., замінюють штучною променевою (рис. 2. б), в якій кожен промінь безпосередньо пов'язаний з місцем КЗ.

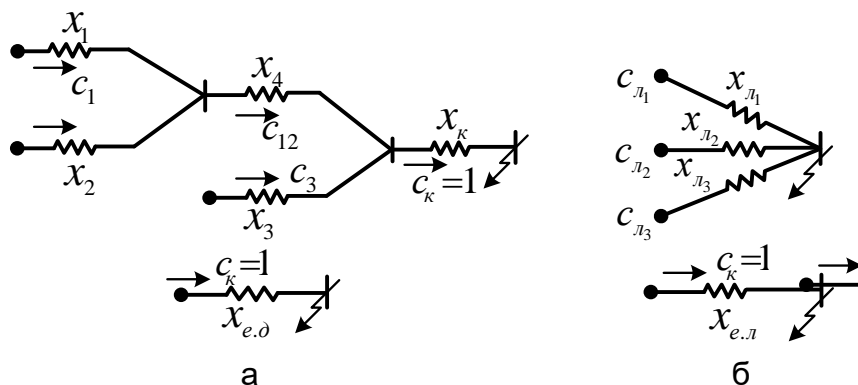


Рис. 2. До розрахунку за індивідуальною зміною

Реактивний опір кожного із променів штучної схеми, приведеним до своєї потужності, використовують для визначення струмів у променях по розрахункових кривих.

При заміні дійсної схеми променевою необхідно зберегти струморозподіл у променях схеми і значення еквівалентного опору $x_{*\delta}$, а саме:

$$C_1 = C_{\pi_1}, C_2 = C_{\pi_2}, \dots, C_n = C_{\pi_n}; \quad (2)$$

$$x_{e.д} = x_{e.л} = x_{\pi_1} \parallel x_{\pi_2} \parallel \dots \parallel x_{\pi_n}, \quad (3)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – коефіцієнти струморозподілення в генераторах реальної схеми; $C_{\pi_1}, C_{\pi_2}, \dots, C_{\pi_n}$ – коефіцієнти струморозподілення у променях штучної схеми; $x_{\pi_1}, x_{\pi_2}, \dots, x_{\pi_n}$ – реактивний опір променів штучної схеми, приведений до загальної базисної потужності; $x_{e.д}$ і $x_{e.л}$ – еквівалентний опір КЗ кола по дійсній і променевої схемах.

Оскільки коефіцієнти розподілу струмів відносяться обернено пропорційно опорам, то при загальному коефіцієнті розподілу в КЗ. відгалуженні $C = 1$ отримаємо:

$$\frac{x_{\pi_1}}{x_e} = \frac{1}{C_{\pi_1}}; \frac{x_{\pi_2}}{x_e} = \frac{1}{C_{\pi_2}}, \quad (4)$$

або

$$x_{\pi_1} = \frac{x_e}{C_{\pi_1}}, x_{\pi_2} = \frac{x_e}{C_{\pi_2}}, x_{\pi_3} = \frac{x_e}{C_{\pi_3}}, \dots \quad (5)$$

Значення $x_e, C_{\pi_1}, C_{\pi_2}, \dots$ знаходимо за дійсною схемою і відповідають умовам формул (1) і (2), як це наглядно показано рисунку 1.2 Отримані за

формулою (3) індивідуальні опори залишаються приведеними до загальної базисної потужності. Щоб мати можливість користуватися цими опорами для визначення струмів за розрахунковими кривими, їх необхідно привести до потужності променя S_π . Тоді розрахунковий опір кожного променя дорівнює

$$x_{*\text{розрах}} = x_{*\pi} \frac{S_\pi}{S_e} = \frac{x_{*e} S_\pi}{C_\pi S_\sigma}, \quad (6)$$

де S_σ – базисна потужність, до якої були приведені реактивні опори дійсної схеми.

Щоб отримати струм в іменованих числах, знайдені за таким опором відносні струми необхідно помножити на номінальний струм променя. Струм в місці КЗ визначається як сума струмів усіх променів у розглянутий момент часу t .

Зазвичай схему ділять на два промені: або по типу генераторів, або по віддаленості однотипних генераторів. Але коли у схемі є різнотипні генератори і одночасно з цим однотипні генератори мають різко виражену різну віддаленість, схему доводиться ділити на три промені. Проте, ділити схему на більшу кількість променів недоцільно, оскільки отримане при цьому незначне уточнення не виправдовується через ускладнення розрахунку.

При розрахунку струмів за розрахунковими кривими навантажувальні розгалуження не включаються в схему, їхній вплив враховується наближено. Навантажувальні гілки, що прилягають до місця КЗ, враховуються при обчисленні ударного струму через додавання. Синхронні компенсатори та великі синхронні двигуни враховуються своїми параметрами, але включаються в розрахунок тільки, якщо вони розташовані близько до місця КЗ. Через можливе випадіння машин із синхронізму їхній вплив враховують лише на початку перехідного процесу.

Синхронні машини вітчизняного виробництва мають значення x_{d*} , близькі до типових. Тому при розрахунку по розрахункових кривих можна користуватись значеннями, вказаними в таблиці [7]. Проте з метою уточнення розрахунку слід користуватись даними довідкової літератури.

Стала часу машини T_0 має суттєвий вплив на зміну струмів статора в перехідному режимі. Щоб урахувати цей вплив при значеннях T_0 , які різко відрізняються від стандартних, необхідно внести відповідну поправку в розрахунок, за формулою:

$$t' = t_d \frac{T_{0\text{ст}}}{T_{0\text{д}}}, \quad (7)$$

де t' – деякий фіктивний час, для якого струм КЗ слід шукати по розрахункових кривих при заданому значенні дійсного часу t_d і дійсної сталої часу обмотки збудження машини $T_{0\text{д}}$; $T_{0\text{ст}}$ – стандартне значення сталої часу обмотки збудження машини, яке враховувалось при побудові кривих.

Висновок. Короткі замикання в системах електропостачання є серйозною загрозою для стабільності електричних мереж та безпеки обладнання. У роботі проведений аналіз типів, причин та наслідків коротких замикань дозволяє краще розуміти їхній вплив на енергетичні системи. Важливо впроваджувати сучасні засоби захисту і профілактики для мінімізації ризику виникнення аварійних ситуацій та забезпечення безперебійного постачання електроенергії. Удосконалення методів діагностики та моніторингу стану обладнання також сприятиме підвищенню надійності електромереж і зменшенню негативного впливу коротких замикань які поділяються на:

1. Короткі замикання призводять до значного збільшення струму в короткозамкненій мережі. Це пов'язано з суттєвим зменшенням опору від джерела живлення до точки короткого замикання.

2. Протікання струму короткого замикання в електричних мережах призводить до значних збитків, які пов'язані з суттєвим додатковим нагрівом елементів мережі по яким протікає струм короткого замикання і як наслідок виникнення пожеж або вибухів. Вони ведуть до механічних поломок енергетичного обладнання, відключення значної кількості споживачів від електричної мережі і, навіть, можуть призводити до масштабних системних аварій.

3. Для прогнозування і дослідження струмів короткого замикання при проектуванні і експлуатації електричних мереж необхідно застосовувати відповідні методи розрахунку перехідних процесів, викликаних короткими замиканнями.

Список використаної літератури

1. Матвійчук В. А. Рубаненко О. Є. Гунько І.О. Діагностування електрообладнання. Вінниця: ВНАУ. 2020. 138 с.

2. Денисюк С.П. Загальні підходи до побудови систем моніторингу силових трансформаторів з використанням стохастичних моделей С.П. Денисюк, І.В. Притискач Праці ІЕД НАНУ. 2014. Вип. 37. С.62–68.

3. Денисюк С.П. Розробка системи онлайн моніторингу стану силових трансформаторів С.П. Денисюк, М.Ф. Сопель, Ю.В. Пилипенко, І.В. Притискач Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». 2014. № 24. С.92–103.

4. Денисюк С.П. Оцінювання стану в системах моніторингу силових трансформаторів тягових підстанцій С.П. Денисюк, І.В. Притискач Електрифікація транспорту. 2014. № 7. С. 13–20.

5. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. 5-те вид., доопрац. та допов. Дніпро НГУ, 2016. – 600 с.

6. Папаїка Ю.А. Оцінка енергетичної ефективності систем електропостачання за допомогою індексу надійності І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, О.Г. Лисенко Гірнична електромеханіка та автоматика. 2018. № 100. С. 25-30.

7. A. M. Sarwat, S. S. Venkata, "Estimation of Transformer Life Based on Overloading," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 26, no. 1. 38-45, Jan. 2011.

8. V. S. Kodukula, "Evaluation of Transformer Life under Overloading Conditions," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 18, no. 1. 172-177, Jan. 2003.

9. J. R. Matin, "Assessment of Transformer Life Considering Overload and Ambient Temperature," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 16, no. 1. 97-102, Jan. 2001.

Vasyl KOGUT⁷,

2nd year master's degree,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE CUTTING EDGE OF THE CULTIVATOR PAW ON THE CHANGE IN THE TRACTIVE RESISTANCE OF THE SOIL TILLAGE MACHINE

***Annotation.** The article analyzes machines and complexes for the technological process of soil cultivation. The use of a combined unit is substantiated, in which, by improving the structural and technological scheme, based on a new set of structural elements and nodes, and their mutual location, the tool is balanced due to the symmetrical location of the working bodies relative to the line of traction.*

***Keywords:** tillage, aggregate, tools, wear resistance, strengthening, durability.*

***Анотація.** У статті проведено дослідження процесів зношення лез культиваторних лоп при різних видах зміцнення та вплив їх на зміну тягового опору ґрунтообробного агрегату. Наведено залежності для прогнозування зміни товщини ріжучих кромek зміцнених різними варіантами від лінійного зношення леза за шириною та кутом його загострення.*

***Ключові слова:** обробіток ґрунту, агрегат, знаряддя, зносостійкість, зміцнення, довговічність.*

***Introduction.** An urgent problem in the production of agricultural products is the significant consumption of fuel during the technological operations of soil cultivation. This happens due to the increased traction resistance of soil tillage machines due to the increase in the thickness of the cutting edge of the blades of the working bodies of soil tillage machines during their operation.*

The quality of tillage depends on the condition of the working bodies of tillage equipment, which work under severe conditions of contact loads and abrasive wear. In the process of work, the working organs wear out, which leads to an increase in traction resistance, poor-quality cutting of weeds, and accumulation of plant remains [1].

⁷Науковий керівник: Труханська О.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

The goal is to conduct an analysis and research of ways to reduce the costs of performing technological operations on soil cultivation thanks to the reduction of the traction resistance of soil tillage machines.

Presentation of the main material. The change in the thickness of the cutting edge affects the change in the traction resistance of the unit when performing technological operations on soil cultivation. With an increase in production, the traction resistance of the unit increases, which leads to excessive fuel consumption [2-6].

The influence of the sharpness of the blade of the working bodies of tillage machines on the resistance of the soil to cutting at different values of the thickness of the cutting edge of the blade is represented by a graphic dependence (Fig. 1) [2].

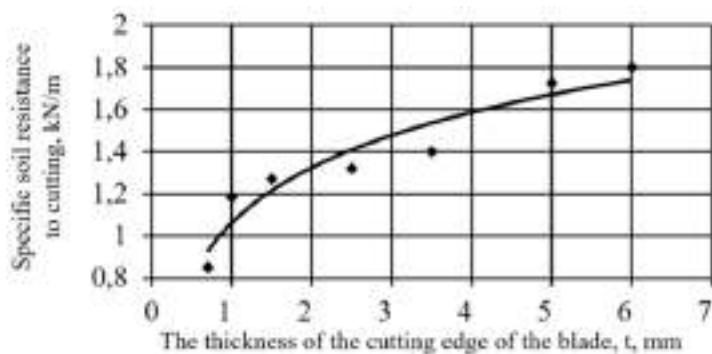


Fig. 1. Dependence of the specific resistance of the soil to cutting on the thickness of the cutting edge of the blade

Analyzing (Fig. 1), we can conclude that with an increase in the thickness of the cutting edge of the blade from 0.7 to 1.5 mm, the resistance of the soil to cutting increases by 50%, and an increase in the cutting edge of the blade to 4 mm leads to an increase in the resistance of the soil to cutting by 2 times

The traction resistance of the working body depends on the thickness of the blade of the working body and is described by a logarithmic dependence [4]:

$$R = 0,38\ln(t) + 1,06, \quad (1)$$

R – soil specific resistance to cutting, kH/m;

t – thickness of the cutting edge of the blade, mm.

According to the studies of many famous scientists, it is necessary to establish the effect of the change in the thickness of the cutting edge on the total resistance of the unit and to study the relationships between the thickness of the cutting edge, linear wear and the angle of sharpening of the blade and their influence on the change in the traction resistance of the unit.

The blade of the cultivator paw is characterized by a certain initial thickness of the cutting edge t_0 and the sharpening angle of the blade γ . The wear of the part is accompanied by a change in the thickness t_i of the cutting edge, from t_0 to t_{gr} , where t_i is any intermediate value.

As the amount of linear wear of the blade along the width of A_i increases, t_i increases. On the condition that the limit value of the amount of blade wear along the width of A_{gr} is reached, the thickness of the cutting edge does not change and is equal to the value of t_{gr} .

Taking into account the geometric parameters of the blade of working bodies with volume hardening of serial production, the change in the thickness of the cutting edge t_i during operation is described:

$$t_i = t_o + A_i \cdot t g \gamma \quad (2)$$

Reducing t_i , and in the ideal case, bringing it to the initial value t_0 and ensuring its constant value during operation, is possible by strengthening the surface of the working body of agricultural machines by applying reinforcing coatings, or surface hardening of the working surface of the blade to a depth of 1.5 - 3 mm.

The geometric parameters of the cutting edge of working bodies with surface hardening, in contrast to volume hardening, depend on the thickness of the hardening of the working surface of the blade.

Accordingly, the hardened layer wears less intensively than the base metal, so it is predicted that the thickness of the cutting edge will be 2.0-2.3 mm during operation.

Taking into account the resistance to compression and chipping of the soil layer, as well as the resistance of the soil to compression by the thickness of the cutting edge, the influence of the thickness of the cutting edge on the change in the traction resistance of the unit is presented in (Fig. 2).

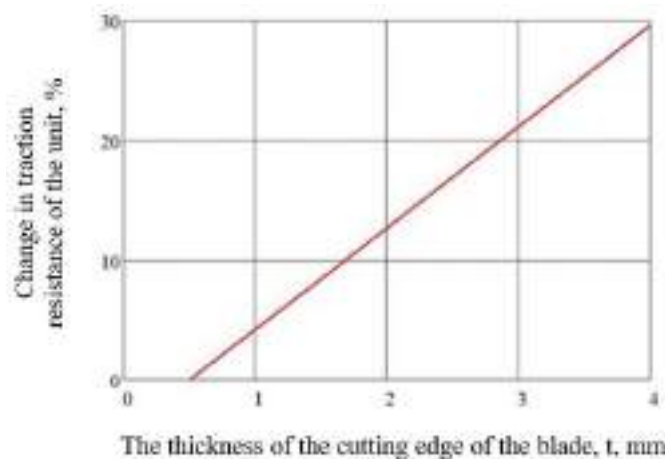
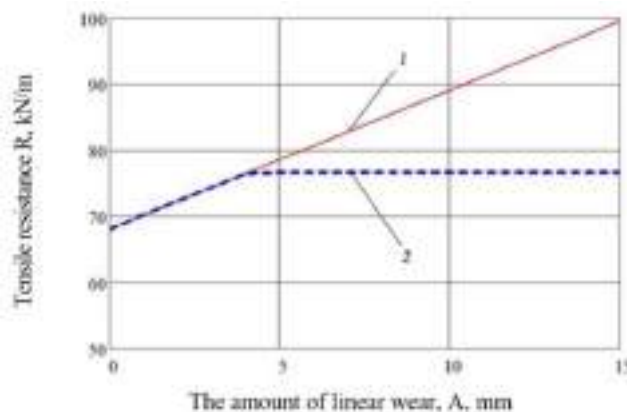


Fig. 2. Dependence of change of traction resistance of the unit on the thickness of the cutting edge.

As a result of theoretical studies of changes in the traction resistance of cultivator paws during operation, made with the use of volume strengthening and with the use of surface strengthening, indicators were obtained for the comparison of two strengthening options (Fig. 3).



1 – volume hardening of the blade; 2 - surface hardening of the blade.
Fig. 3. Dependence of change of traction resistance of cultivator paws with volumetric hardening and surface hardening on the value of linear wear.

Conclusions. The analysis of the processes of abrasive wear of the blades of cultivator paws with two strengthening options made it possible to establish a relationship between the linear wear of the blade and the change in the thickness of its cutting edge during operation, which made it possible to predict the thickness of the cutting edge depending on the work and influence the change in the traction resistance of the unit by its reduction during operation.

The influence of the thickness of the cutting edge of the cultivator foot on the change in traction resistance of the unit was theoretically substantiated, and it was established that an increase in the thickness of the cutting edge of the cultivator paw from 0.5 mm to 4 mm leads to an increase in the traction resistance of the unit by 29.6%.

Theoretically, a positive effect of surface strengthening has been established, namely, with linear wear of the blade by 15 mm, the traction resistance of the unit is 77 kN, which is 28% less than when using paws with volume hardening.

References

1. Kaletnik H.M. (2011) Use of modern methods of mechanics for agriculture. Collection of Scientific Works of VNAU. V.: Vinnytsia, No 1 (65). P. 8-18. [in Ukrainian].
2. Sereda L.P., Shvets L.V., Shvets O.I. (2020) Cultivator development for new tillage technologies. Technology, energy, transport, agricultural industry. Vinnytsia, No 3 (110). P.117-125. [in Ukrainian].
3. Trukhanska O.O. (2018) Improving the quality of repair and maintenance of agricultural machinery. Technology, energy, transport of agricultural industry, No 3 (102). P. 52-62. [in Ukrainian].
4. Shvets L.V., Paladiychuk Yu.B., Trukhanska O.O. (2019) Technical service in agriculture. Volume I. Study guide. Vinnytsia National Agrarian University, 647p. [in Ukrainian].
5. Anisimov V.F., Trukhanska O.O., Shvets L.V. (2022) Recognizing the technical condition of auto-tractor diesels by small deviations of parameters: monograph. Vinnytsia National Agrarian University. Vinnytsia: TVORY, 176 p. [in

Ukrainian].

6. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. (2018) Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. Vol. 54, No 1. P. 95-104.

Олександр КОЖУШКО⁸,
студента 6-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

STUDY OF MECHANICAL AND ELECTRO-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF A SHORT-CIRCUITED ASYNCHRONOUS MOTOR

***Anotation** The work is devoted to the issue of researching the functional scheme of the electric drive made according to the "frequency converter" system - shown in the figure. As a result of the study, it was established that for this electric motor, for the control law $U_{1\phi} / f_1 = const$ with a decrease in the power supply frequency, there is a large influence of the active resistance of the stator winding. Due to which the critical moment at low frequencies drops, this is unacceptable for an asynchronous drive, since when starting the technological equipment there is a possibility of increasing the static moment by 1.5 times.*

***Анотація.** Робота присвячена питанню дослідження функціональної схеми електроприводу виконаного за системою «перетворювач частоти – наведено рисунку. В результаті дослідження встановлено що для досліджуваного електродвигуна для закону управління $U_{1\phi}/f_1 = const$ з пониженням частоти живлення, вплив активного опору статорної обмотки є достатньо великий. Критичний момент, за рахунок цього, на низьких частотах падає, що для асинхронного приводу є недопустимо, оскільки в момент пуску технологічного обладнання існує верогідність збільшення статичного моменту в 1,5 рази.*

***Introduction.** Controlling the engine, according to the ratio, allows you to keep the power factor and absolute slip of the electric drive practically unchanged, while its efficiency does not depend on speed. This is the main advantage of frequency control. It is shown that in order to most effectively implement the principles of frequency control of an asynchronous motor, it is necessary, in accordance with the type of load on the motor shaft, to control the voltage supplied to the stator, which is interconnected with the change in the stator frequency. The listed control modes are available for most*

⁸Науковий керівник – Гайдамак О.Л., к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

mechanisms.

Thus, in order to most effectively implement the principles of frequency control of an asynchronous motor, it is necessary, in accordance with the type of load on the motor shaft, to control the voltage supplied to the stator, which is interconnected with the change in the stator frequency. The listed control modes are available for most mechanisms. However, the control law is valid only in the first analytical approximation, when the active resistance of the stator R_1 can be neglected. In fact, at low frequency values ($f_1 \leq 0.5 \cdot f_{1n}$), the voltage drop across resistance R_1 significantly reduces the amount of voltage applied to the magnetization circuit and the critical moment of the induction motor decreases. With a more accurate analysis that takes into account the voltage drop on the resistor R_1 , the mechanical characteristics take on the form shown in Figure 1. So, for example, with the control law $U_{1i}/f_{1i} = \text{const}$, which assumes the constancy of the critical moment, its decrease is observed when the frequency f_{1i} decreases. [1-5].

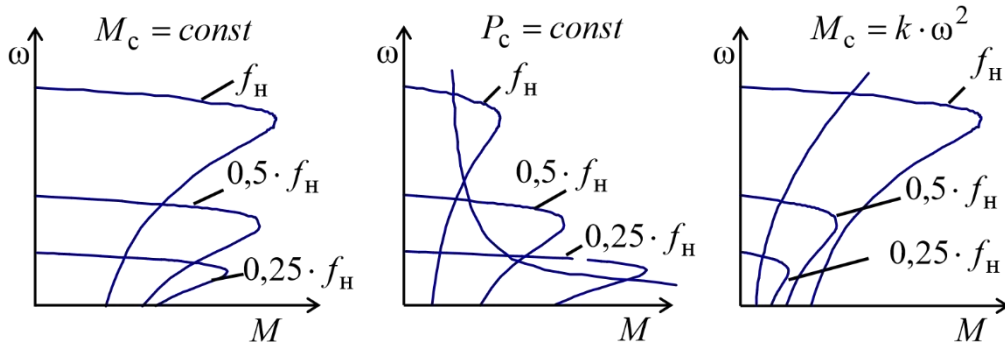


Fig. 1. Mechanical characteristics of production mechanisms and electric drives "frequency converter - asynchronous motor"

Presentation of the main material. The functional diagram of the electric drive made according to the "frequency converter - asynchronous motor" system, which implements various control laws of the U_{1i}/f_{1i} class, is shown in Figure 2.

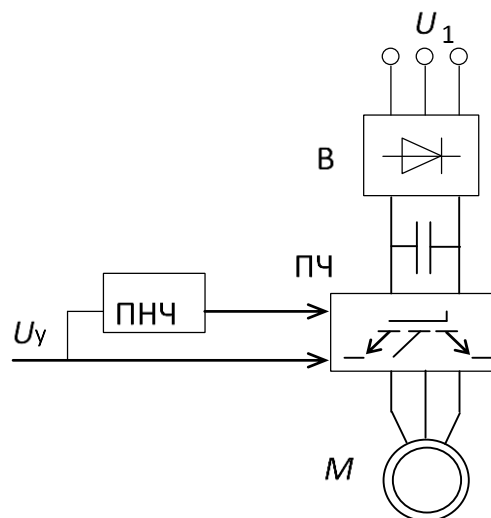


Fig. 2. Functional scheme of scalar frequency control of the speed of an asynchronous motor

In drives with scalar control, different ratios between voltage and frequency are used for speed regulation or stabilization. The choice of a certain ratio depends on the nature of the load.

For an AIM 180 M6 type electric motor controlled by a 6SL3200-6AM23-8AH0 frequency converter, according to the passport data, we will calculate the parameters of the substitution scheme and construct the mechanical and electromechanical characteristics when it is powered from a static inverter by the control law:

$$U_{1\phi}/f_1 = const, \text{ for power supply frequencies } f_1 = 50; 40; 30; 20; 10 \text{ Hz. ,}$$

Let's find the values of relative voltages, frequencies and synchronous speeds.

We will calculate the electromechanical characteristics by substituting the value of each characteristic f_1, U_{1j}, ω_{0j} into the expression. Setting the range from 0 to the value of the corresponding desired characteristic $\omega_{0j} = 1.25$ with a step of $0.001 \cdot \omega_{0j}$, substituting the expression for relative sliding. Next, we will substitute the obtained relative slip values into the expressions for the currents of the stator and rotor windings. We will calculate the electromechanical characteristics by substituting the value of each characteristic f_1, U_{1j}, ω_{0j} into the expression. Setting the range from 0 to the value of the corresponding desired characteristic $\omega_{0j} = 1.25$ with a step of $0.001 \cdot \omega_{0j}$, substituting the expression for relative sliding. Next, we will substitute the obtained relative slip values into the expressions for the currents of the stator and rotor windings.

$$I_{2j}(S) = \frac{U_{1j}}{\sqrt{X_{st}^2 \cdot f_1^2 + \left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R'_2}{S \cdot X_{st} \cdot f_1}\right)^2}} =$$

$$= \frac{U_{1j}}{\sqrt{1,45^2 f_1^2 + \left(0,171 + \frac{0,168}{S}\right)^2 + \left(\frac{0,171 \cdot 0,168}{S \cdot 23,409 \cdot f_1}\right)^2}}$$

$$I_{1j}(S) = \sqrt{I_0^2 + I_{2j}^2(S) + 2 \cdot I_0 \cdot I_{2j}(S) \frac{X_{st}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{S}\right)^2 + X_{st}^2}}} =$$

$$= \sqrt{8,647^2 + I_{2j}^2(S) + 2 \cdot 8,647 \cdot I_{2j}(S) \frac{1,45}{\sqrt{\left(0,171 + \frac{0,168}{S}\right)^2 + 1,45^2}}}$$

The resulting characteristics for a given control law are presented in the figure 3

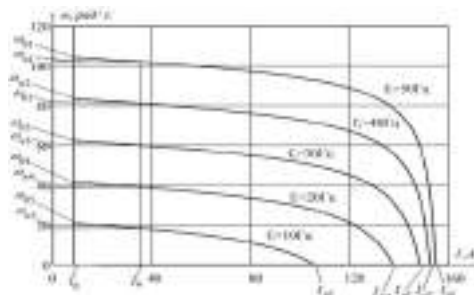


Fig. 3. $U_{1\phi}/f_1 = const$ Electromechanical characteristics of the AIM 180 M6 engine with the speed control law $U_{1\phi}/f_1 = const$

Construction of mechanical characteristics of AD under the control law $U_{1\phi}/f_1$

= *const*, we will use the following expressions

$$M(S) = \frac{3 \cdot U_{1f} \cdot R_1}{\omega_{k_f} \cdot S_f \left[X_{m1}^2 - f_{1r}^2 + \left(R_1 + \frac{R_2'}{S_f} \right)^2 + \left(\frac{R_2' \cdot R_2'}{S_f \cdot X_{m1} \cdot f_{1r}} \right)^2 \right]}$$

$$= \frac{3 \cdot U_{1f} \cdot 0.149}{\omega_{k_f} \cdot S_f \left[1.45^2 \cdot f_{1r}^2 + \left(0.171 + \frac{0.168}{S_f} \right)^2 + \left(\frac{0.171 \cdot 0.168}{S_f \cdot 23.409 \cdot f_{1r}} \right)^2 \right]}$$

Mechanical characteristics of the electric motor under the control law $U_{1\phi} / f_1 = \text{const}$, shown in the figure 4.

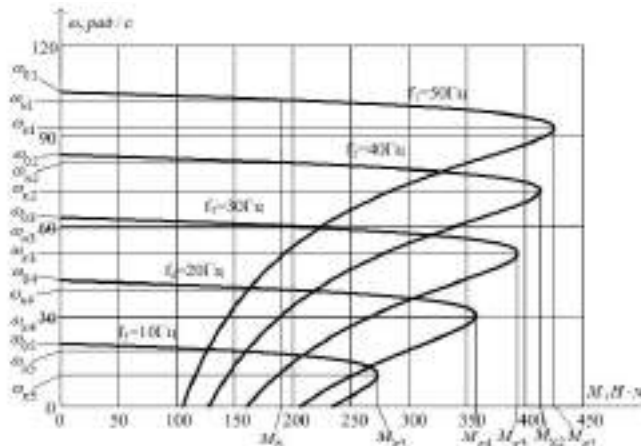


Fig. 4. Mechanical characteristics of the engine with the law of speed regulation $U_{1\phi} / f_1 = \text{const}$

The mechanical and electromechanical characteristics of the AIM 180 M6 electric motor, when regulated by the law $U_{1\phi} / f_1 = \text{const}$, are built in the MathCad software environment.

Conclusions. From the obtained characteristics, it can be seen that for this electric motor, for the control law $U_{1\phi} / f_1 = \text{const}$ with a decrease in the power supply frequency, there is a large influence of the active resistance of the stator winding. Due to which the critical moment at low frequencies drops, this is unacceptable for an asynchronous drive, since when starting the technological equipment there is a possibility of increasing the static moment by 1.5 times.

Список використаних джерел

1. Поздєєв А.Д. Електромагнітні та електромеханічні процеси в частотно-регульованих електроприводах. К 2008. 172 с.
2. Довідник з автоматизованого електроприводу / За ред. Єлісеєва та Шинянського. К.: Вища школа: 2023. 616 с.
3. Haydamak, O. L. Regularities of Plasticity Reserve Restoration and Method of Its Calculation for Deformation by Intermediate Heat Treatment
4. Закономірності відновлення запасу пластичності та методика його розрахунку за деформування проміжним термообробленням. Металофізика і новітні технології. 2023. Том 45, № 10. С 1189-1204 <https://doi.org/10.15407/mfint.45.10.1189>

5. Haydamak, O. L., Hraniak, V. F. Study of the Processes of Forming a Metal Coating by Cold Gas-Dynamic Sputtering and Development of a Technique for Calculating Sputtering Modes. *Металофізика і новітні технології*. 2023, vol. 45, No. 12, pp. 1485–1498 <https://doi.org/10.15407/mfint.45.12.1485>

Максим КРАВЕЦЬ⁹,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КОНСЕРВАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Анотація У статті розглядаються проблеми корозії сільськогосподарської техніки, що виникають через сезонність використання, агресивність середовища та недостатню якість захисту. Запропоновано технології консервації та методи оцінки корозійних процесів для підвищення ефективності зберігання техніки.

Ключові слова: сільськогосподарська техніка, корозія, консервація, захисні матеріали, технічне обслуговування.

Annotation. The article deals with the problems of corrosion of agricultural machinery, which arise due to seasonality of use, aggressiveness of the environment and insufficient quality of protection. Preservation technologies and methods of evaluating corrosion processes are proposed to improve the efficiency of equipment storage.

Key words: agricultural machinery, corrosion, preservation, protective materials, maintenance.

Вступ. Характерною особливістю сільськогосподарського виробництва є те, що більшість машин і знарядь використовуються лише сезонно. Особливо інтенсивно використовуються трактори, проте вони часто перебувають у простій під час польових робіт або взимку [1-3]. Перерви у використанні машин можуть призводити до збільшення ризику корозії, особливо при некоректному зберіганні. Крім того, коли механізми не працюють, на їх деталях утворюються умови для розвитку корозійних процесів.

Для забезпечення якісного зберігання механізмів використовуються різні матеріали, які можна умовно поділити на чотири групи: робочі (призначені для експлуатації машин та механізмів, але не мають довготривалих захисних

⁹Науковий керівник – Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

властивостей); консерваційні (призначені для зовнішньої та внутрішньої консервації металевих виробів на час зберігання або транспортування); консерваційно-робочі (здатні виконувати функції як консерваційних, так і робочих матеріалів); робочо-консерваційні (призначені для різноманітних умов, включаючи зберігання, транспортування та експлуатацію, маючи високі експлуатаційні властивості, але поступаючись консерваційним матеріалам у захисних характеристиках) [1-3].

У сучасних умовах ефективно зберігання сільськогосподарської техніки стає критично важливим для забезпечення безперебійного функціонування агропромислових підприємств [1-3]. Але, в умовах агресивного зовнішнього середовища, такого як атмосферні опади, вологість повітря, температурні перепади, сонячна радіація та рослинно-грунтові забруднення, технічні засоби сільського господарства стають уразливими перед корозією та механічними пошкодженнями.

З метою забезпечення максимального терміну експлуатації та зниження витрат на технічне обслуговування, важливим завданням є розробка технологічного процесу консервавання сільськогосподарської техніки під час зберігання [1-3]. Це передбачає використання спеціальних захисних матеріалів та обробних процесів, спрямованих на попередження корозії, зносу та механічних ушкоджень в період неактивної експлуатації.

Незадовільна якість захисту техніки від корозії та інших негативних факторів зумовлює необхідність подальших досліджень та розробки ефективних технологій консервації [1,2]. Оптимальний технологічний процес консервації та застосування високоякісних захисних матеріалів можуть значно зменшити витрати на обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки, що відображається на загальній ефективності господарювання.

Розробка конкретних технічних рішень щодо регенерації відпрацьованих масел є актуальною задачею для АПК [1,2]. Відсутність технологічного обладнання для цього в Україні дозволила запропонувати конкретну схему установки.

Із існуючих способів і технічних засобів, що дозволяють видалити механічні домішки та воду з масла, найперспективнішою та найефективнішою визнана модель багатостадійної системи фільтрації масла [1,2].

Виклад основного матеріалу. Аналізуючи умови роботи різноманітної сільськогосподарської техніки, можна виокремити основні фактори, які, на жаль, призводять до руйнування деталей та вузлів.

Серед них, зокрема, агресивність та абразивність робочого середовища, що проявляється в наявності частинок ґрунту, мінеральних добрив і залишків сільськогосподарських культур на поверхнях техніки [1-3]. Крім того, значну роль відіграють динамічні навантаження та параметри навколишнього природного середовища.

Вплив цих факторів, особливо в їх поєднанні, призводить до виникнення різних видів руйнувань, таких як атмосферна корозія, корозійна втома, корозійно-механічний знос тощо.

Дослідження стану різних сільськогосподарських машин після кількох років експлуатації дозволяє зробити певні висновки [2,3]. Наприклад, до корозійного впливу навколишнього природного середовища тією чи іншою мірою схильні понад 70-80% деталей та вузлів.

Отже, корозійні руйнування є передбачуваним і закономірним результатом впливу навколишнього середовища та термодинамічної нестійкості металевих матеріалів сільськогосподарської техніки [2,3]. Внаслідок зазначених факторів знижується працездатність і ресурс технічних засобів, що призводить до зростання витрат на ремонт та усунення наслідків відмов.

Розвиток корозійного процесу можна оцінювати, вимірюючи глибину і площу ураження, а також зміни характеристик металу, таких як механічна міцність і електропровідність [2,3]. При дослідженні корозії умови експлуатації доцільно моделювати на зразках металів, враховуючи фактори лабораторних випробувань, а також для деталей і вузлів дослідних зразків техніки в природних умовах. Дослідження можуть бути тривалими або прискореними, часто використовується експрес-метод.

Для оцінки суцільної та місцевої корозії застосовують візуальний метод, що дозволяє встановити зміну захисного покриття, здуття, розтріскування, відшаровування і зміну мікрогеометрії поверхні металу [2]. Хімічні та електрохімічні методи використовуються для аналізу складу металу елементів конструкції та продуктів корозії, що дозволяє визначити кислотність середовища, оцінити якість покриттів та виявити анодні і катодні зони в умовах нерівномірної та місцевої корозії металів.

Механічні випробування, такі як випробування на розтяг, згин і ударну в'язкість, використовуються для порівняння механічних властивостей металу до і після корозії. Ці дослідження допомагають визначити вплив умов експлуатації та корозійних процесів на міцність та основні фізико-механічні характеристики елементів конструкції [2,3].

Оцінка корозійних ефектів здійснюється за такими критеріями:

- показник місцевої корозії (k_p), який визначає кількість корозійних місць на одиницю поверхні металу за певний проміжок часу в даних умовах експлуатації;

- показник глибинної корозії (k_r), що характеризує середню або максимальну глибину корозійного руйнування металу за певний час експлуатації виробів, наприклад, мм/рік;

- показник схильності металу до корозії (k_c), який визначає термін експлуатації до початку корозійного процесу, год/(мм²·добу);

- зміна маси металу (k_t), що визначає зменшення або збільшення маси металу під час експлуатації за рахунок втрат або росту продуктів корозії, г/(м²·год).

Вибір методів корозійних досліджень та оцінки корозійних пошкоджень залежить від факторів корозійних процесів і механізмів їх перебігу, що потребує індивідуального підходу [3].

Методи захисту металів від корозії є критично важливими для

забезпечення довговічності та надійності металевих конструкцій та обладнання [3].

Вони включають різноманітні підходи, такі як:

1. Створення антикорозійних сплавів (легування).

2. Підвищення чистоти окремих металів.

3. Механічна та хімічна пасивація металів (наприклад, пасивація заліза в концентрованих сірчаній або азотній кислотах; пасивація заліза, нікелю, кобальту, магнію в розчинах лугів; утворення оксидної плівки на алюмінії тощо).

4. Нанесення на поверхню металу різних захисних плівок, які поділяються на: неметалічні (фарби, лаки, мастильні матеріали); металічні: анодні та катодні.

Металеві покриття можуть бути анодними або катодними залежно від їхнього електрохімічного потенціалу у водному розчині електролітів. Анодні покриття мають більш негативний потенціал порівняно із захищуваним металом, що зменшує або повністю усуває корозію в порах покриття завдяки електрохімічному захисту [3-5]. Катодні покриття, навпаки, мають позитивніший потенціал, що може посилювати корозію основного металу в порах, але їх використовують через поліпшення фізико-механічних властивостей, таких як зносостійкість і твердість. Катодні покриття потребують більшої товщини і часто додаткового захисту.

Анодним називають покриття, утворене металом, який у ряді напруг розташований вище за метал, що захищається (тобто покриття активнішим металом; наприклад, покриття заліза цинком або кадмієм).



Рис. 1. Приклад анодного покриття.

У разі місцевих пошкоджень покриття кородуватиме менш благородний метал, оскільки утворюється локальний гальванічний елемент, де катодом є захищуваний метал, а анодом – покриття, що окислюється [3-5].

При анодному захисті суцільність покриття не має вирішального значення. Чим товщим є анодне покриття, тим довше воно забезпечуватиме захист основного металу.

Катодним називають покриття металом з більшим потенціалом (тобто металом, який у ряді напруг стоїть після металу, що захищається, наприклад, покриття низьколегованих сталей міддю, оловом, нікелем, сріблом).



Рис. 2. Нікельування заліза

Покриття повинно бути суцільним, оскільки при його пошкодженні утворюватимуться локальні гальванічні елементи, в яких основний метал буде анодом (кородуватиме), а метал-покриття – катодом [3-5]:

- катодний – створення катодної поляризації: металевий виріб підключається до негативного полюсу зовнішнього джерела постійного струму (стає катодом, при цьому зростає швидкість виділення на ньому водню, а швидкість корозії знижується), а до позитивного полюсу приєднують малоцінний метал; у такий спосіб вельми часто захищають підземні трубопроводи;

- протекторний – аналогічний до анодного покриття: з'єднують основний метал з іншим металом (протектором), який в ряді напруг розташований лівіше. Утворюється гальванічний елемент, в якому основний метал – катод, а протектор – анод (кородує). Часто для протекторного захисту застосовують магній або алюміній (захищають 33 рейки, щогли та інші конструкції). Протектор поступово розчиняється, тому його потрібно періодично замінювати [3-5]. Протекторний захист ефективний у струмопровідному середовищі (наприклад, у морській воді). 6. Дія на агресивне середовище – цей метод є ефективним тоді, коли йдеться про не дуже великий об'єм струмопровідної рідини:

- деаерація – вилучення кисню з агресивного середовища внаслідок продування інертним газом;

- введення в середовище інгібіторів – уповільнювачів корозії. Наприклад, у випадку кислотної корозії зазвичай це органічні речовини, молекули яких містять аміно– іміно–, тіо– та інші групи. Вони добре адсорбуються на поверхні металу та суттєво знижують швидкість електрохімічних реакцій, що призводять до корозії [4,5].

Металеві покриття також класифікуються за способом нанесення, включаючи електролітичне та хімічне осадження, гаряче і холодне нанесення, термодифузійну обробку, металізацію напиленням та плакірування [4,5].

Неметалічні покриття

Неметалічні покриття наносяться на поверхню різних матеріалів, таких як лакофарбові, каучукові, пластмасові та керамічні. Лакофарбові покриття є найпоширенішими і можуть бути класифіковані за призначенням (атмосферостійкі, водостійкі, хімічно стійкі, термостійкі, електроізоляційні

тощо) та за складом плівкоутворювача (бітумні, епоксидні, кремнійорганічні, поліуретанові, пентафталеві тощо).

Покриття, отримані хімічною та електрохімічною обробкою

Ці покриття є плівками нерозчинних продуктів, що утворюються в результаті хімічної взаємодії металів із зовнішнім середовищем. Оскільки багато з них пористі, вони зазвичай використовуються як підшари під мастила та лакофарбові покриття, покращуючи захисну здатність та забезпечуючи надійне зчеплення [4,5]. Методи нанесення включають оксидування, фосфатування, пасивування та анодування.

Обробка корозійного середовища

Зниження корозійної активності середовища може здійснюватися через нейтралізацію або видалення кисню, а також шляхом додавання інгібіторів корозії, які в невеликих кількостях вводяться в агресивне середовище і утворюють на поверхні металу адсорбційну плівку, що гальмує електродні процеси і змінює електрохімічні параметри металів [4,5].

Електрохімічний захист здійснюється шляхом катодної або анодної поляризації за допомогою зовнішнього джерела струму або приєднанням протекторів до конструкції, що захищається. Це зміщує потенціал металу до значень, при яких корозія значно сповільнюється або повністю припиняється.

Моніторинг – безперервний контроль стану середовища.

Корозійний моніторинг – контроль швидкості корозії об'єкта [4].

Задачі корозійного моніторингу:

- 1) Оцінити поточний корозійний стан об'єкта.
- 2) Відслідковувати вплив різних факторів на корозію: - концентрації окисника; - рН, солевміст, склад середовища; - режим роботи (температура, тиск, швидкість потоку);
- 3) Прогнозування терміну служби об'єкта.
- 4) Попередження позаштатних режимів роботи та аварій.

Схема системи корозійного моніторингу [4].

1) Первинний вимірювальний перетворювач (ПВП) – пристрій, який першим взаємодіє з об'єктом вимірювання, дає нормований сигнал. Датчик – вимірювальний пристрій у вигляді сукупності одного або декількох перетворювачів, який виробляє вихідний ненормований сигнал, перетворює швидкість корозії у вимірювану величину.

2) Корозиметр – пристрій, який вимірює опір.

3) Контролер – виконує функцію індикації, реєстрації, перераховує вимірювану величину в мм/рік, г/рік.

Хімічний аналіз – ґрунтується на дослідженні хімічного складу середовища [4]: - за величиною рН; - за вмістом кисню.

Резистометрія – фізичний метод, суть якого полягає у зміні опору при зміні товщини стінки досліджуваного об'єкта [4-6].

Резистометр – пропускає певну величину струму і знаходить опір, перераховує в мм/рік.

Інгібовані бітумні покриття на машинах, які знаходяться на відкритих

майданчиках, зазнають впливу вологи, кисню повітря, сонячної радіації та коливань температур [4-6]. Це призводить до зміни структури покриття і погіршення його захисних властивостей.

Тривалість атмосферних випробувань впливає на втрати сталі 08 КП залежно від кліматичних умов. Середня місячна швидкість корозії за рік становить 10,8 г/(м² · міс).

Дослідження покриттів у центральній Україні показали, що введення сланцевої мастики або мазуту М-100, а також обмеження вмісту розчинника, підвищує атмосферостійкість бітумних складів.

Протягом атмосферних випробувань середня товщина всіх бітумних покриттів зменшується через руйнування структури бітумної суміші під впливом ультрафіолетових променів, що активізується за наявності вологи та різких температурних коливань [4-6]. В умовах Вінницького району найбільше зменшення товщини покриття спостерігалось у складів ББС (з 48 до 3 мкм) і № 1 (з 78 до 6 мкм), найменше - у складів МЕБ-3 (з 87 до 29 мкм) і МЕБ-4 (з 66 до 23 мкм). Після річних випробувань адгезія покриттів зі складу ББС знизилася до 4 балів, тоді як адгезія покриттів з інгібованих бітумних складів МЕБ-4, МЕБ-3 і № 8 залишалася на рівні 3 балів (рис. 3).

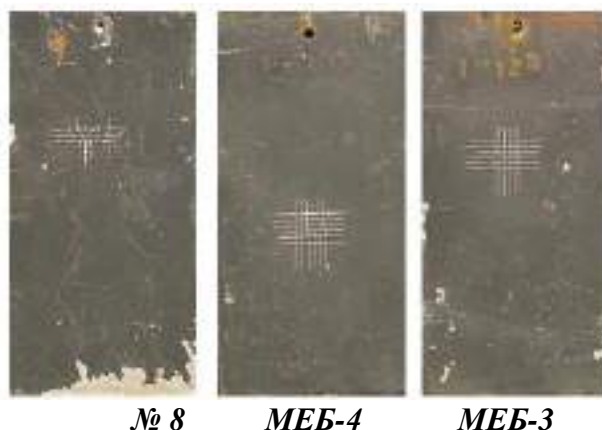


Рис. 3. Визначення адгезії покриття з бітумних складів № 8 (3 бали), МЕБ-3 (3 бали) і МЕБ-4 (3 бали) за методом ґратчастих надрізів.

У атмосферних умовах ступінь захисту сталевих деталей інгібованими бітумними складами підвищується зі збільшенням вмісту мазуту М100. У сольовому розчині, навпаки, ступінь захисту сталевих деталей інгібованими бітумними складами збільшується при збільшенні вмісту бітуму [5].

Інгібована бітумна суміш МЕБ-4, розбавлена бензином до в'язкості 32 с ВЗ-4, мала щільність 0,897 г/см³ (кг/л) при температурі 18 °С. У цій суміші 17% об'єму припадало на бензин. Склад наливали в бачок пневматичного пістолета-розпилювача і розпилювали в аерозоль при тиску стисненого повітря 0,4 МПа.

Аерозоль направляли на екран, де він осідав у рідину і стікав у лоток. Після розпилення температура бітумної суміші, зібраної в лотку, знизилася до 15 °С, тобто зменшилася на 3 °С [5,6]. Після вирівнювання температури розпорошеної суміші до 18 °С її щільність становила 0,905 г/см³, а умовна в'язкість — 48 с ВЗ-

4.

При пневматичному розпиленні інгібованої бітумної суміші її щільність збільшилася на 0,9%, а умовна в'язкість зросла на 50%. Дану щільність — 0,905 г/см³ суміш має при вмісті 13,5 об.% бензину.

Захисні властивості бітумних складів залежать від типу сполучника та добавок, які пригнічують корозію, підсилюють адгезію покриття до металу, та покращують його фізико-механічні властивості. На основі власного аналізу властивостей нафтохімічних продуктів були обрані компоненти для розробки твердоплівкових консерваційних складів на бітумній основі. Доступність компонентів визначалася низьким рівнем витрат на їх закупівлю. До таких продуктів віднесені:

- Бітум нафтовий будівельний БН 90/10 (16,25 грн./кг) - використовується як сполучна речовина [5,6], є основним компонентом консерваційних складів; визначає консистенцію складу, твердість, стійкість і довговічність покриття. Температура плавлення бітуму становить 90-110 °С, у нагрітому вигляді розчиняється уайт-спіритом і дизельним паливом [5,6].

- Мاستика антикорозійна сланцева МСА (36,85 грн./кг) – використовується як пластифікатор, являє собою в'язку речовину темно-коричневого кольору. Розчиняється уайт-спіритом, покращує адгезійні властивості і стійкість бітумних покриттів до сонячної радіації [5].

- Кубові аміни, відомі як маслорозчинні присадки емульгін (62 грн./кг), - термопластична речовина рожево-коричневого кольору, що містить парафінові вуглеводні, первинні і вторинні аміни, ефективно сповільнюють (інгібують) корозію сталі [6].

- Уайт-спірит (36,85 грн./кг) - органічний розчинник із бензинових фракцій, температура кипіння якого становить 150-200 °С [6]. У нагрітому до 100-110 °С стані уайт-спірит плавить і розчиняє тверді компоненти. Його склад впливає на технологічність нанесення покриття.

Висновки: Дослідження ефективних методів консервації сільськогосподарської техніки є критично важливим для підвищення її довговічності та надійності, особливо в умовах агресивного зовнішнього середовища. З урахуванням сезонності використання сільськогосподарських машин, проблема корозії та зносу набуває особливої ваги.

Розроблені технології консервування, які передбачають використання спеціальних антикорозійних матеріалів, можуть суттєво зменшити ризики механічних ушкоджень та корозійних процесів під час зберігання. Використання комбінованих покриттів, що поєднують робочі та консерваційні властивості, забезпечує належний захист техніки.

Список використаної літератури

1. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навчальний посібник Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.

2. Паладійчук Ю.Б., Мельник Ю.А. Відновлення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин нанесенням зносостійких покриттів. *Техніка та*

енергетика. 2021. № 12 (4). С. 43-52.

3. Організаційні форми використання сільськогосподарської техніки: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizaciyi-formi-vikoristannya-silskogospo-darskoyi-tehniki> (дата звернення 15.09.24).

4. Ремонт сільськогосподарської техніки в Україні: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizaciyi-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-teh-niki> (дата звернення 15.09.24).

5. Paladiichuk Y., Telyatnuk I. Substantiation of technology of conservation of agricultural equipment during storage. *Colloquium-journal*. 2021. Czesc 1. № 9 (96). P. 42-59.

6. Матушевський Я.Л., Ніконенко І.І. Захист сільськогосподарської техніки при зберіганні / Матеріали XXII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки». 16–18 жовтня 2021 року. Київ. Ніжин. 2021. – С. 143-144.

Олександр МЕЛЬНИК¹⁰,

Студент 4-го курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький Національний Аграрний Університет

Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB-SIMULINK

***Анотація.** У статті представлено дослідження системи автоматизованого електропривода підйомної лебідки за допомогою моделювання в середовищі MATLAB-Simulink. Основна увага приділяється створенню математичної моделі системи, розробці алгоритмів керування та аналізу ефективності автоматизації процесу підйому вантажів. Оцінено вплив різних параметрів регулювання на динамічні характеристики та стабільність роботи системи в різних режимах*

***Ключові слова:** автоматизований електропривод, підйомна лебідка, алгоритми керування,*

***Annotation.** The article presents a study of the automated electric drive system of a hoisting winch through modeling in the MATLAB-Simulink environment. The main focus is on the development of a mathematical model of the system, the design of control algorithms, and the analysis of the efficiency of the automation of the lifting process. The impact of various control parameters on the system's dynamic*

¹⁰Науковий керівник - Колісник М.А. асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

characteristics and stability under different operating conditions is assessed

Keywords: automated electric drive, lifting winch, control algorithms,

Вступ. Електричний двигун є головним елементом електропривода робочих машин. Добра керованість електричної енергії, простота її передавання і розподілу дозволяють широко застосовувати в промисловості багатодвигунні електроприводи робочих машин, що спрощує механізми металообробних станків і верстатів (зменшує кількість механічних передач між окремими частинами машин) і створює величезні можливості для автоматизації різних процесів [1-2]. Електродвигуни широко використовуються в транспорті як тягові двигуни, що приводять в обертання колісні пари локомотивів, електропоїздів, тролейбусів, автомобілів та ін.

Системи автоматизованих електроприводів є ключовим компонентом сучасного промислового обладнання, що забезпечує ефективне та надійне керування механізмами, такими як підйомні лебідки. В умовах інтенсивного розвитку промислової автоматизації зростає необхідність вдосконалення таких систем для підвищення їх продуктивності та безпеки. MATLAB-Simulink, як потужний інструмент для моделювання та аналізу динамічних систем, надає широкі можливості для дослідження та оптимізації роботи електроприводів.

В якості базової обрано двоконтурну систему підпорядкованого керування із зворотними зв'язками за швидкістю та струмом (рисунку 1ф):

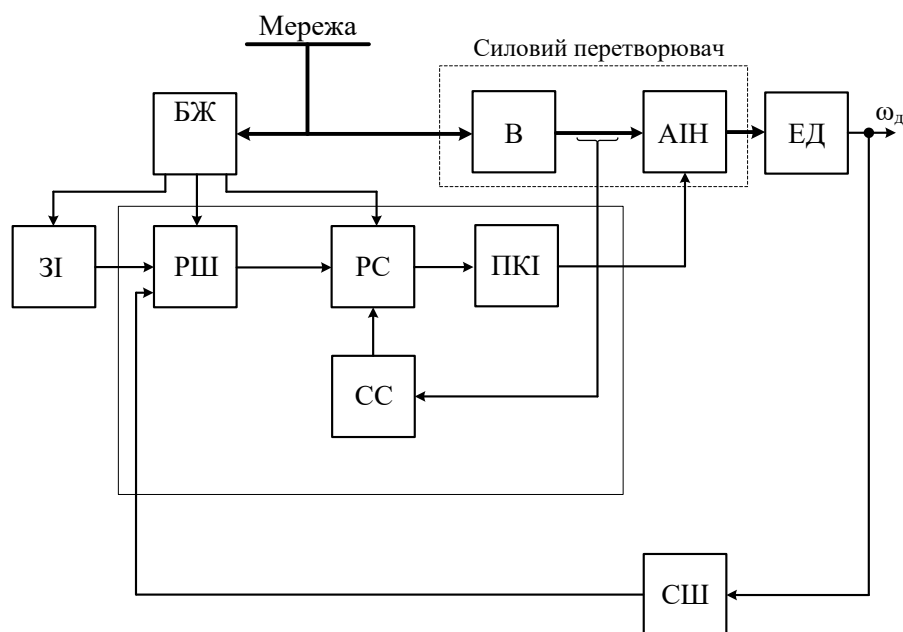


Рис. 1. Схема структурна системи електропривода

Напруга змінного струму 380 В промислової частоти подається на вхід не керованого випрямляча (В). Випрямлена напруга подається на вхід автономного інвертора напруги (АІН), який забезпечує перетворення напруги постійного струму в трифазну напругу регульованої амплітуди і частоти, після чого вона подається на приводний електричний двигун (ЕД)[2-5].

Датчик інтенсивності (ЗІ) забезпечує формування сигналу керування відповідно до вимог технологічного процесу. Зворотній зв'язок по швидкості реалізовано за допомогою сенсора швидкості (СШ), який забезпечує перетворення швидкості обертання у відповідний електричний сигнал, що подається на вхід регулятор швидкості (РШ), вихідний сигнал якого подається на вхід регулятора струму (РС), який разом з сенсором струму (СС) утворює контур струму.

Блок живлення (БЖ) забезпечує живлення всіх елементів системи керування.

Схема силового перетворювача, який не містить керованого випрямляча, зображена на рисунку 2.

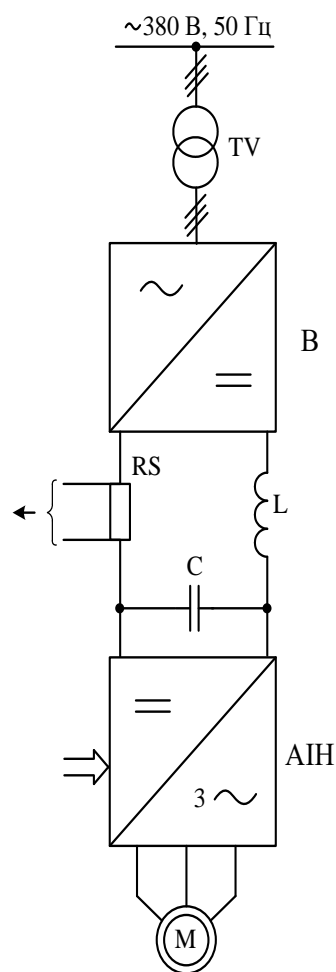


Рис. 2. Функціональна схема перетворювача частоти з АІІ з ШІМ

В цьому випадку АІІ, за рахунок широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) вхідного сигналу, виконує функції регулятора напруги і частоти.

На рисунку 3. зображена принципова схема ПЧ з АІІ з ШІМ. Вона складається з некерованого випрямляча, згладжуючого фільтра, автономного інвертора і вузла скиду енергії.

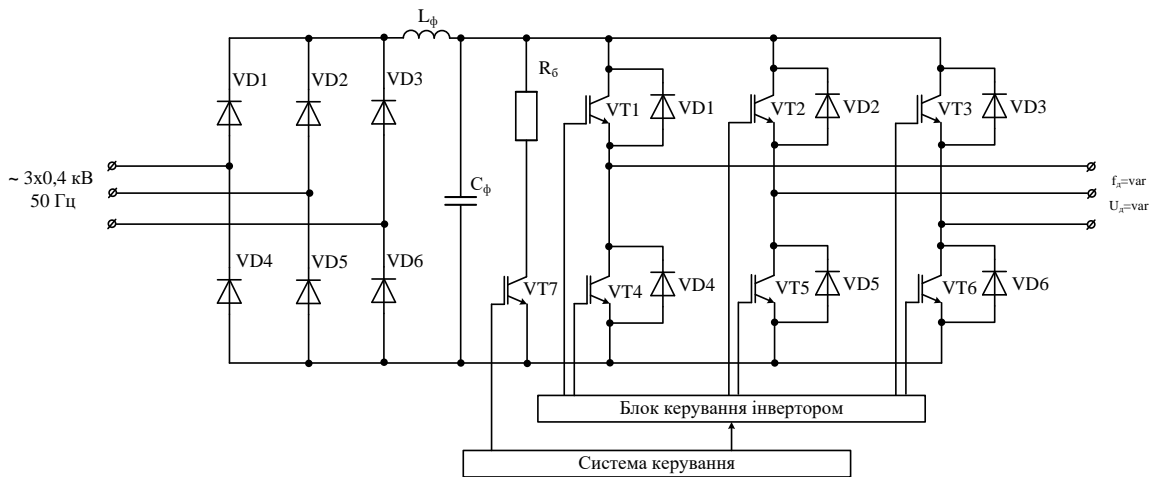


Рис. 3. Принципова схема ПЧ з АІН з ШІМ

Умови вибору перетворювача частоти [1]:

$$\begin{cases} P_{\text{ПЧ}} \geq P_{\text{дв.сп}}, \\ I_{\text{ПЧ}} \geq I_{\text{дв.н}}, \end{cases} \quad (1)$$

де $P_{\text{дв.сп}}$ – споживана електродвигуном потужність в номінальному режимі, кВт;

$I_{\text{дв.н}}$ – номінальний струм приводного двигуна, А.

Споживана електродвигуном потужність при підйомі номінального вантажу:

$$P_{\text{дв.сп}} = \frac{k \cdot P_{\text{с.навл}}}{\eta_{\text{дв.н}}}, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт спотворення струму на виході перетворювача частоти ($k = 0,95 \dots 1,05$),

$$P_{\text{дв.сп}} = \frac{1,05 \cdot 46,26}{0,83} = 58,52 \text{ (кВт)}.$$

Оскільки робота приводного двигуна характеризується важкими умовами пуску, то перетворювач частоти вибирають також із врахуванням таких умов:

$$P_{\text{ПЧ}} \geq \frac{P_{\text{дв.пуск}}}{\lambda_{\text{ПЧ}}}, \quad (3)$$

$$I_{\text{ПЧ.пуск}} \geq \frac{k \cdot n_{\text{ном}}}{9,55 \cdot \eta_{\text{дв.н}} \cdot \cos \varphi \cdot U_{\text{дв.н}} \cdot \sqrt{3}} \cdot M_{\Sigma \text{ п. навл. п}}, \quad (4)$$

де $P_{\text{дв.пуск}}$ – пускова потужність приводного двигуна, кВт; 1

$\lambda_{\text{ПЧ}}$ – перевантажувальна здатність перетворювача ($\lambda_{\text{ПЧ}} = 1,2 \dots 1,7$).

Для вирішення завдання автоматичного керування електропривода механізму підйому мостового крана виберемо програмоване реле типу LOGO!12/24RC фірми Siemens [5-7].

Технічні характеристики перетворювача частоти

Характеристики	Значення
Вихідна частота	0...267 Гц (в режимі U/f) 0...200 Гц (в векторному режимі)
Коефіцієнт потужності	не менше 0,95
ККД перетворювача	0,97...0,98
Пусковий струм	не перевищує розрахункового вхідного
Число фіксованих частот	15, параметровані
Цифрові входи	6, параметровані
Аналогові входи	2, параметровані (можуть бути використані як 7-й, 8-й цифрові)
Релейні виходи	3, програмовані DC 30В/5А (омічне нав.) AC 250В/2А (індуктивне нав.)
Аналогові виход	2, параметровані (0...20 mA)
Послідовний інтерфейс	RS-485, опційно RS-432
Гальмування	постійним струмом
Робоча температура	0 °С...40°С
Ступінь захисту корпусу	IP20



Рис. 4. Програмоване реле тину LOGO!

Програмоване реле містить в своїй структурі аналогові і дискретні входи та виходи, релейні виходи, вбудований дисплей, комунікаційний порт для зв'язку з персональним комп'ютером через RS 232 або RS 485 (визначається типом комунікаційного кабелю). Окрім того, в залежності від складності поставлених задач, дозволяє легко нарощувати конфігурацію мікроконтролера, забезпечує зв'язок з зовнішньою мережею, для здійснення обміну даними з іншими пристроями.

Максимальна конфігурація LOGO! зображена на рисунку 5.

I1.....I6, I7, I8 AI1, AI2	I9...I12	I13...I16	I17...I20	I21...I24	AI3, AI4	AI5, AI6	AI7, AI8
LOGO! Basic	LOGO! DM 8	LOGO! DM8	LOGO! DM8	LOGO! DM8	LOGO! AM2	LOGO! AM2	LOGO! AM2
Q1...Q4	Q5...Q8	Q9...Q12	Q13... Q16				

Рис. 5. Максимальна конфігурація LOGO!

Таблиця 2

Технічні характеристики мікроконтролера LOGO 12/24 RC

Параметр	Значення
Напруга живлення	12/24 В DC
Споживана потужність	0,4 – 1,8 Вт
Цифрові входи	«0» < 5 В DC «1» > 8 В DC
Аналогові входи (виходи)	0 – 10 В DC
Час циклу на функцію	<0,1 мс

Для програмування CPU використовують спеціальний пакет для програмування LOGO!Soft Comfort, який являє собою середовище для розробки, редагування і контролю необхідної логіки керування.

Схема електрична принципова електропривода механізму підйому мостового крана зображена на рисунку 6.

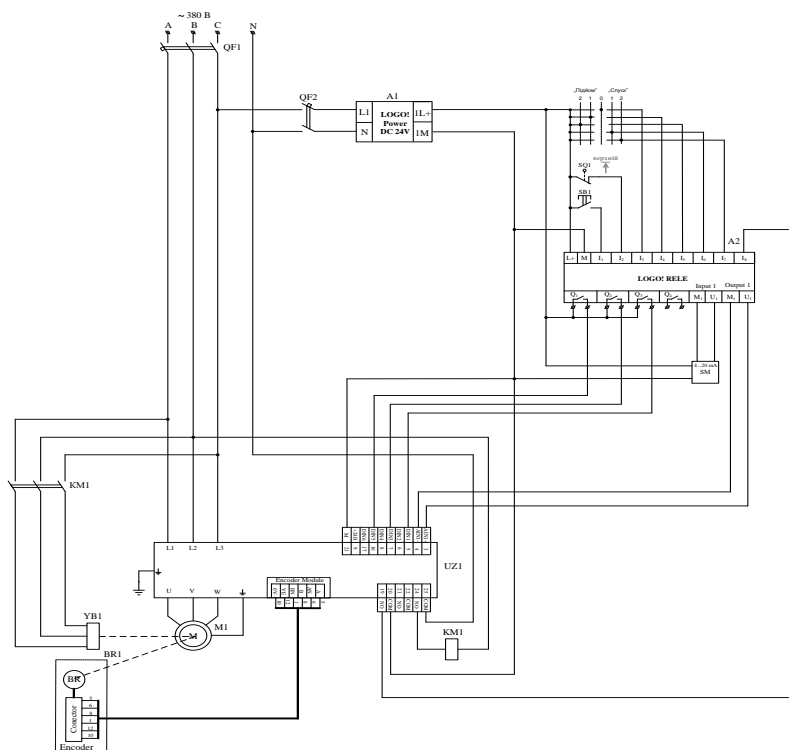


Рис. 6. Схема електрична принципова електропривода механізму підйому мостового крана

Основним елементом схеми, який забезпечує безпосереднє керування приводного двигуна є частотний перетворювач, який отримує живлення від трифазної мережі змінного струму промислової частоти через автоматичний вимикач QF1, який забезпечує захист привода від коротких замикань та перевантажень[8-13]. Автоматичний вимикач QF2 забезпечує живлення та захист контролера, який реалізує логіку керування.

Структурна схема двоконтурної системи електричного привода типу ПЧ-АД з внутрішнім зворотним зв'язком за моментом, оскільки явно сигнал струму не представлений в моделі, та швидкістю представлена на рисунку 8.

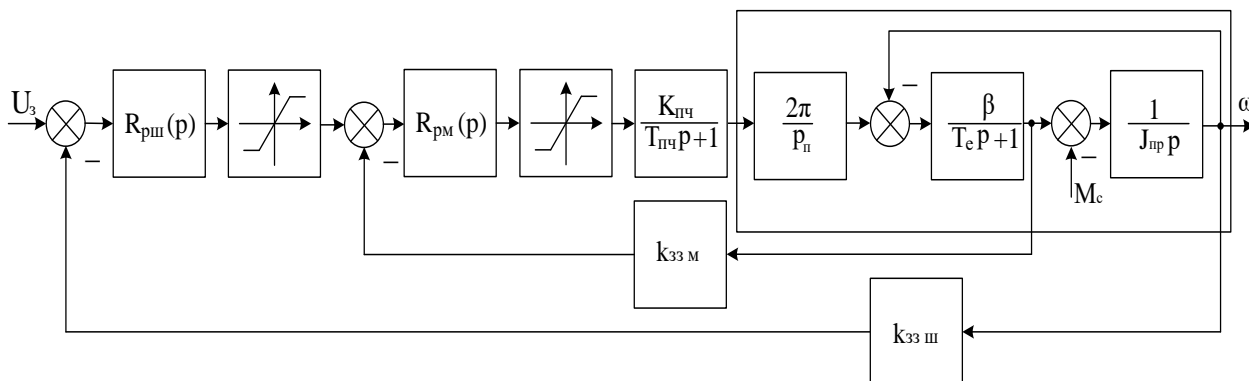


Рис. 8. Структурна схема електропривода за системою ПЧ-АД

Розглянемо внутрішній контур регулювання моменту (рисунок 9).

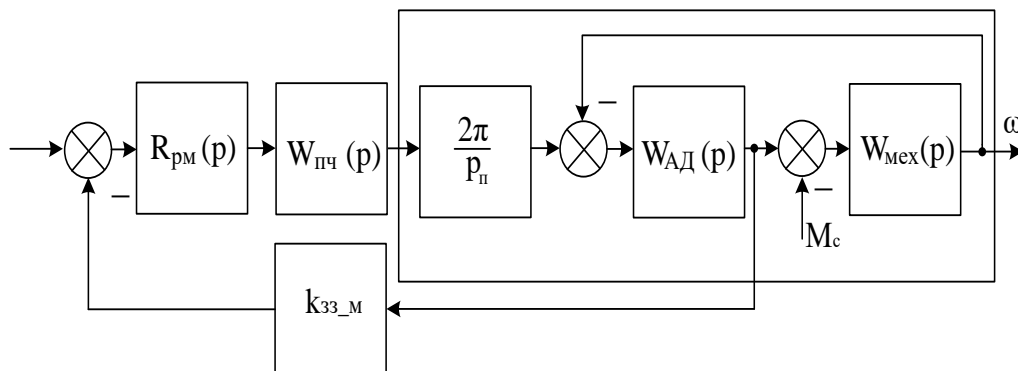


Рис. 9. Структурна схема внутрішнього контура моменту

Зведемо внутрішній контур моменту до одиничного зворотного зв'язку (рисунок 10).

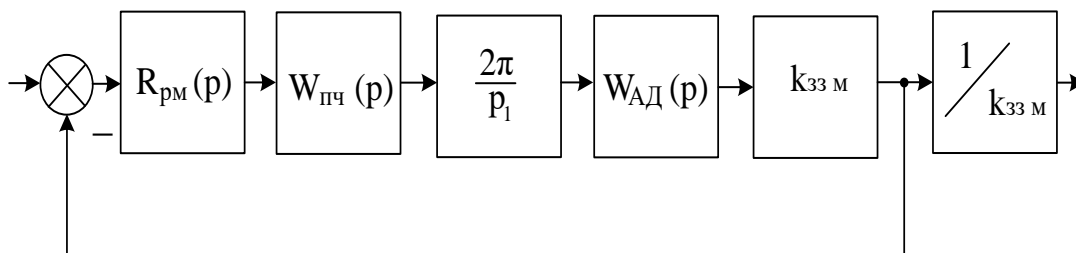


Рис. 10 Структурна схема внутрішнього контура моменту зведеного до одиничного зворотного зв'язку

Висновок. Досліджено функціональну схему електропривода підйомної лебідки мостового крана. В схемі передбачено два зворотними зв'язки: за швидкістю та струмом.

Здійснено вибір елементної бази електропривода, зокрема вибрано перетворювач частоти MicroMaster 440. Керування електроприводом здійснює ПЛК LOGO!12/24RC, яке є одним із найбільш простих, однак його функціональних можливостей є достатньо для керування даним механізмом.

Розраховано параметри відповідної структурної схеми САЕП механізму підйому мостового крана. В якості регулятора швидкості буде ПД-регулятор, а струму – ПІ-регулятор.

В середовищі Simulink здійснено моделювання розробленого електропривода та отримано графіки перехідних процесів. З представлених графіків видно, двигун при пуску швидко досягає номінальної швидкості обертання і стабілізується. Таким чином, виконані розрахунки є коректними.

Список використаної літератури

1. Загірняк М. В., Невзлін Б. І. Електричні машини: підручник. 2-ге вид., перероб. і доповн. Київ: Знання, 2009. 399 с.
2. Онушко В. В., Шефер О. В. Електричні машини: навч. посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2010. 487 с.
3. Яцун М. А. Електричні машини. нав. посіб. Львів: Вид-во Львів. політех. 2011. 464 с.
4. Мілих В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікро-процесорна техніка: підручник/ за ред. В.І.Мілих. Київ: Каравела, 2012. 688 с.
5. Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф. Електричні машини і апарати: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2013. 449 с.
6. Квітка С.О., Галько С.В., Ковальов О.В.. Електричні машини: машини постійного струму і трансформатори. Начальний посібник/ Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 167 с.
7. 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.
8. Матвійчук В. А., Стаднік М. І., Рубаненко О. О. Електропривод виробничих машин і механізмів. нав. посіб. Вінниця: ВНАУ. 2016. с. 92
9. Видмиш А.А., Ярошенко Л.В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. навч. посіб. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ". 2020. 390 с.
10. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Г. М. Калетнік, М. Г. Чусов, В. М. Швайко та ін. 2010. 616 с.
11. Видмиш А. А., Трошин О. І. Теорія електропривода. нав. посіб. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003.
12. Видмиш А.А., Приятельчук В. О., Федотов В. О Теоретична механіка. Динаміка. РГ та КР. нав. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2009. 143 с.
13. Некрасов В. А., Некрасов А. В., Решетняк А. В. Електричні машини:

В'ячеслав ОСАВОЛЮК¹¹,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОНІТОРИНГ ТА КЕРУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ТЕХНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

***Анотація.** У статті детально розглядаються питання моніторингу та керування сільськогосподарською технікою за допомогою систем автоматичного управління, що базуються на сучасних технологіях. Особливу увагу приділено інноваційним рішенням, які включають використання GPS-трекінгу для точного відстеження місця розташування техніки, сенсорних систем для збору даних про її технічний стан, а також автоматичних систем керування, таких як автопілоти та дистанційне управління*

***Ключові слова:** сенсорні системи, автопілот, дистанційне управління, автоматизація, моніторинг, GPS-трекінг.*

***Annotation.** The article discusses in detail the issues of monitoring and controlling agricultural machinery with the help of automatic control systems based on modern technologies. Particular attention is paid to innovative solutions that include the use of GPS tracking to accurately track the location of machinery, sensor systems to collect data on its technical condition, and automatic control systems such as autopilots and remote control.*

***Keywords:** sensor systems, autopilot, remote control, automation, monitoring, GPS tracking.*

***Вступ.** Розвиток сучасних технологій докорінно змінює підходи до ведення сільського господарства. Одним з ключових напрямів інновацій є впровадження автоматизованих систем управління сільськогосподарською технікою, які забезпечують точність, ефективність і раціональне використання ресурсів. В умовах зростаючого попиту на продовольство та необхідності мінімізації витрат автоматизація агротехнічних процесів стає невід'ємною складовою успішного управління аграрними підприємствами. Системи автоматичного управління дозволяють здійснювати моніторинг технічного стану обладнання, точно керувати його роботою, оптимізувати використання палива та інших ресурсів, а також знижувати вплив людського фактора. Завдяки*

¹¹Науковий керівник – Єленич А. П., асистент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

впровадженню таких технологій, як GPS-трекінг, сенсори для збору даних та автопілоти, аграрні підприємства можуть значно підвищити продуктивність сільськогосподарських операцій. Метою цієї статті є аналіз сучасних підходів до моніторингу та керування сільськогосподарською технікою, оцінка переваг автоматизації в аграрному секторі та розгляд перспектив розвитку технологій, що сприятимуть підвищенню ефективності та стійкості агровиробництва.

Виклад основного матеріалу. Впровадження сучасних технологій в аграрний сектор є важливою складовою підвищення продуктивності та ефективності сільськогосподарських робіт. Автоматизовані системи управління сільськогосподарською технікою дозволяють реалізувати високоточний контроль за всіма операціями, оптимізуючи використання ресурсів і підвищуючи якість виконання польових робіт.

Основні компоненти системи автоматичного управління

1. Навігаційна система (GPS/ГЛОНАСС):

- Забезпечує точне позиціонування техніки та створює оптимальні маршрути руху.

- Дозволяє здійснювати автоматичне водіння сільськогосподарських машин на різних етапах робіт — від посіву до збору врожаю.

2. Датчики та сенсори:

- Вимірюють параметри стану ґрунту, кліматичні умови, рівень вологості, а також стан самої техніки (тиск в шинах, витрата палива тощо).

- Сигнали від датчиків передаються до системи управління, що дозволяє оператору відслідковувати стан техніки в реальному часі.

3. Автопілотні системи:

- Здійснюють автоматичне керування технікою на основі отриманих даних.

- Можуть працювати в режимі автономного виконання завдань, таких як посів, обприскування та внесення добрив, з мінімальним втручанням людини.

4. Програмне забезпечення для моніторингу та аналізу:

- Забезпечує обробку та збереження даних, зібраних під час польових робіт.

- Інформація відображається у вигляді графіків, карт полів та інших візуалізацій, що допомагають у прийнятті рішень щодо оптимізації роботи техніки.

Функціональні можливості систем автоматичного управління

1. Моніторинг у реальному часі:

- Автоматизовані системи можуть здійснювати моніторинг роботи техніки в режимі реального часу, відстежуючи її переміщення, продуктивність та стан.

- Оператор може дистанційно контролювати всі параметри, такі як швидкість руху, напрямок, витрата пального тощо.

2. Керування завданнями та маршрутами:

- Автопілотні системи дозволяють задавати маршрути та коригувати їх залежно від змінних умов.

- Планування маршрутів з урахуванням оптимального використання палива та зниження впливу на ґрунт.

3. Аналіз та оптимізація витрат:

- Завдяки зібраним даним система автоматично розраховує оптимальні норми витрат пального, насіння, добрив та агрохімікатів.

- Використання таких технологій знижує загальні витрати та зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

4. Дистанційне управління та діагностика:

- Оператор може дистанційно змінювати налаштування техніки, діагностувати несправності та планувати технічне обслуговування.

- Зниження ризику поломок та непередбачених зупинок завдяки проактивному підходу до обслуговування.

Переваги впровадження автоматизованих систем управління

1. Зниження трудових витрат:

- Зменшення необхідності в ручному управлінні технікою.

- Один оператор може контролювати кілька одиниць техніки, що значно підвищує ефективність праці.

2. Підвищення продуктивності:

- Системи автоматичного управління дозволяють значно скоротити час виконання польових робіт.

- Застосування точного землеробства забезпечує максимальний вихід продукції з кожного гектара землі.

3. Оптимізація використання ресурсів:

- Автоматизоване керування подачею ресурсів (насіння, добрив, хімікатів) зменшує перевитрати та забезпечує рівномірний розподіл матеріалів.

- Це також сприяє зниженню забруднення ґрунтів та водних ресурсів.

4. Покращення якості продукції:

- Точний контроль за всіма етапами агротехнічних операцій забезпечує більш якісне виконання польових робіт.

- Висока точність обробки дозволяє уникати пропусків та перекриттів, що безпосередньо впливає на врожайність.

Виклики впровадження

1. Висока вартість обладнання:

- Впровадження таких систем вимагає значних фінансових вкладень, що робить їх доступними переважно для великих аграрних підприємств.

2. Необхідність навчання персоналу:

- Керування сучасними автоматизованими системами вимагає спеціалізованих знань і навичок, що потребує проведення тренінгів та курсів для операторів.

3. Інтеграція з існуючими технологіями:

- Автоматизовані системи потребують інтеграції з наявною технікою та адаптації під конкретні умови господарства.

Перспективи розвитку

1. Використання штучного інтелекту:

- Інтеграція штучного інтелекту дозволить системам більш гнучко адаптуватися до зміни умов та автоматично коригувати свою роботу.

2. Підвищення доступності технологій:

- Розробка більш доступних версій систем автоматичного управління для малих та середніх господарств сприятиме широкому впровадженню таких технологій.

3. Зростання рівня автономності:

- В майбутньому можливе впровадження повністю автономних систем, які будуть виконувати всі агротехнічні операції без участі людини, що значно змінить підхід до сільськогосподарського виробництва.

Впровадження автоматизованих систем управління сільськогосподарською технікою є важливим кроком на шляху до більш ефективного, продуктивного та стійкого агровиробництва.

Приклад: Системи, які контролюють рівень добрив, що вносяться в ґрунт, сприяють зменшенню їхнього надмірного використання і, як наслідок, зниженню забруднення довкілля.

Системи моніторингу сільськогосподарської техніки відіграють критично важливу роль у сучасному аграрному секторі, забезпечуючи комплексний підхід до управління ресурсами та технологіями. Вони дозволяють аграріям оптимізувати виробничі процеси, знижувати витрати, підвищувати продуктивність та зменшувати екологічний вплив. Завдяки впровадженню таких технологій, як GPS-трекінг, сенсорні системи, дрони та програмне забезпечення для аналізу даних, фермери можуть ефективно контролювати не тільки місцезнаходження техніки, а й її технічний стан, що суттєво знижує ризики несправностей і поломок. Це, в свою чергу, сприяє покращенню управлінських рішень і дозволяє своєчасно реагувати на зміни в умовах виробництва. Актуальність цих систем зростає в умовах глобальних викликів, пов'язаних з підвищенням попиту на продовольство, необхідністю раціонального використання ресурсів та адаптацією до зміни клімату [2].

Таким чином, інтеграція інноваційних рішень у сферу агрономії не лише сприяє підвищенню ефективності, але й забезпечує сталий розвиток сільського господарства в цілому. В умовах швидкого технологічного прогресу системи моніторингу стають невід'ємною частиною стратегій успішного управління аграрними підприємствами.

Основні компоненти систем автоматичного управління (рис. 1)



Рис. 1. Основні компоненти систем автоматичного управління



Рис. 2. Автоматизація керування технікою

Автоматизація керування технікою (рис. 2) [4]

Автоматизація керування технікою у сільському господарстві представляє собою суттєвий крок уперед у порівнянні з традиційними методами управління. Вона забезпечує підвищену ефективність, точність і контроль у реальному часі, що дозволяє знижувати витрати та підвищувати продуктивність. Зменшення впливу людського фактора і можливість прийняття обґрунтованих рішень на основі аналітичних даних стають важливими аспектами сучасного агровиробництва.

Крім того, автоматизація сприяє екологічній ефективності, раціональному використанню ресурсів та адаптації до змінних умов ринку. Це робить автоматизовані системи незамінними для аграріїв, які прагнуть досягти більш високих результатів у своїй діяльності.

Таким чином, впровадження автоматизації в управління технікою не лише покращує економічні показники, але й сприяє сталому розвитку аграрного сектора, що є важливим у контексті сучасних викликів, таких як зміна клімату та зростаюча потреба в продовольстві.

Висновок. У сучасному аграрному виробництві автоматизація керування сільськогосподарською технікою є важливою складовою, що сприяє підвищенню ефективності, зниженню витрат і зменшенню впливу людського фактора. Впровадження систем автоматичного управління, які використовують GPS-трекінг, сенсорні технології та аналітичні платформи, дозволяє аграріям

здійснювати точний моніторинг технічного стану обладнання, планувати роботи з урахуванням погодних умов та оптимізувати використання ресурсів.

Основні переваги автоматизації включають [3]:

1. Зниження витрат на паливо та добрива через точне планування та контроль.

2. Покращення управлінських рішень, заснованих на аналітиці даних, що дозволяє своєчасно реагувати на зміни в умовах виробництва.

3. Зменшення екологічного впливу шляхом оптимізації використання ресурсів і контролю над надмірним внесенням добрив.

4. Забезпечення високої продуктивності сільськогосподарських процесів через автоматизацію рутинних операцій.

Технології, що використовуються в системах моніторингу, такі як дрони для аерофотозйомки та датчики для вимірювання температури і тиску, забезпечують аграріям детальну інформацію про стан полів та техніки. Це дозволяє знижувати ризики полумок, забезпечуючи своєчасне технічне обслуговування.

В умовах зростаючого попиту на продовольство і необхідності сталого розвитку сільського господарства автоматизація стає не просто інновацією, а життєво важливою стратегією для аграрних підприємств. Використання штучного інтелекту та великих даних для аналізу і прогнозування сприятиме подальшій оптимізації агровиробництва, що в свою чергу дозволить адаптуватися до змінюваних екологічних та економічних умов.

Отже, інтеграція сучасних технологій в управління сільськогосподарською технікою є невід'ємною частиною успішного ведення аграрного бізнесу, сприяючи не лише економічній вигоді, але й сталому розвитку агросектору в цілому.

Список використаних джерел

1. Нюанси технології автоматичного керування транспортом Веб-сайт.
URL: <https://www.agrilab.ua/nyuansy-tehnologiyi-avtomatichnogo-keruvannya-transportom> (дата звернення 02.08.2024)

2. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного курування. Електронний посібник
https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/%D0%B5lektroenergetuka/Avtomotuzacia_tehnologihnuh_procesiv_i_sistemu_avtomatuhnogo_keryvanna/4/4.4.htm (дата звернення 02.09.2024)

3. Трактор як інтелектуальна система оптимального керування Веб-сайт.
URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9578-traktor-iak-intelektualna-systema-optymalnoho-keruvannia.html> (дата звернення 20.09.2024)

4. Автономні трактори: перспективи розвитку Веб-сайт. URL:
<https://aggeek.net/ru-blog/avtonomni-traktori-perspektivi-rozvitku> (дата звернення 26.09.2024)

5. Система автоматичного розвороту трактора Fendt TI Headland Веб-сайт.
URL: <https://traktorist.ua/technologies/sistema-avtomatichnogo-rozvorotu-traktora-fendt-ti-headland> (дата звернення 15.09.2024)

Darina PAVLUK¹²,
4th year student
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine.

PRECISION AGRICULTURE: INNOVATIVE TECHNOLOGIES TO INCREASE YIELD AND CONSERVE NATURAL RESOURCES

***Abstract .** Precision farming is the most important trend in modern agriculture. Digitization of production processes and the use of high technologies make it possible to significantly increase productivity, while at the same time reducing the cost of material resources. This not only increases the competitiveness of individual enterprises, but also helps to solve such global problems as environmental pollution and the food crisis*

***Keywords:** Exactly agriculture , Innovative technologies , Monitoring fields , GPS systems.*

***Анотація.** Точне землеробство — найважливіший тренд сучасного сільського господарства. Цифровізація виробничих процесів і застосування високих технологій дають змогу значно підвищити урожайність, водночас зменшивши витрати матеріальних ресурсів. Це не тільки збільшує конкурентоздатність окремих підприємств, а й допомагає розв'язувати такі глобальні проблеми, як забруднення довкілля та продовольча криза.*

***Ключові слова:** Точне землеробство, Інноваційні технології, Моніторинг полів, GPS-системи.*

***Introduction.** A revolution is taking place in the modern agricultural sector thanks to the introduction of the latest technologies that make the process of growing crops more accurate and efficient. Precision agriculture is an innovative approach to field management based on detailed analysis of data on soil, plant condition, climate and other factors. The use of drones , satellite images and GPS navigation enables farmers to better control every stage of agricultural processes, optimizing the use of fertilizers, water and other resources.*

For Ukraine, with its rich agricultural traditions, these technologies open new horizons. In the face of global challenges such as climate change and the growing need for food, precision agriculture is becoming an important tool for increasing yields and ensuring environmental sustainability. Thanks to precision farming, Ukrainian farmers can not only achieve economic benefits, but also preserve natural resources for future generations.

Such an approach is especially important against the background of modern

¹²Research supervisor - Shvets L.V. Ph.D., Associate Professor of the Department of Agricultural Engineering and Technical Service

challenges, when the effective use of each hectare of land becomes a decisive factor for the sustainable development of the agricultural sector of Ukraine.

Presentation of the main material.

What is precision farming?

By definition, precision agriculture is an innovative approach to agriculture that allows you to increase its efficiency by monitoring the environment and regularly calculating key indicators of the condition of land plots. This approach was first used at the beginning of the 20th century. — experiments on the mechanization of labor and differentiated input of materials made it possible for one agricultural worker to feed 26 other people. In the 1960s, bioengineering technologies and advanced chemicals appeared, increasing this ratio to 1:156.

Currently, one farmer can feed up to 250 people. But the continued growth of the world's population means that by 2050 the ratio of people employed in agriculture and other industries should rise to 1:500. It was this fact that became the driving force behind the introduction of new technologies into the agricultural sector. [1].

Advantages of precision farming



Fig. 1. Innovative technologies in agriculture: automation, drones, climate control and sustainable development.

1. Increasing the yield of agricultural crops. In 2021, a number of US agricultural associations assessed the impact of precision agriculture technologies on business productivity. The result was an increase in the yield of corn, soybeans and grain crops by an average of 4%. In countries with traditional farming methods, this effect can be even greater — up to 22%.

2. Reduction of costs for agrochemicals. Specialists of the Association of Agricultural Equipment Manufacturers of the United States have calculated that the system of precision agriculture saves up to 7% of fertilizers, up to 9% of pesticides and herbicides, as well as up to 6% of fuel. In the USA alone, this is 1.4 million tons of chemicals and 30 million tons of diesel fuel. This has a positive effect not only for agriculture, but also for environmental protection.

3. Preservation of clean water. Calculations by the same organization AEM show that just improving irrigation efficiency can save 4% of water. In the US, this is the volume of 750,000 Olympic swimming pools. The overall effect of reducing the costs of material resources corresponds to saving 15-18% of clean water that can be used for drinking or the production of quality food products.

4. Improvement of soil condition. Precision farming allows you to apply the exact amount of seed, fertilizer, water, and chemicals needed to achieve maximum productivity—no more, no less. Thanks to this, it is possible to maintain the maximum possible balance of useful minerals and microelements, as well as to avoid waterlogging and salinization of the soil .

5. Maximum control. Precision farming is not only profitable, but also peace of mind for the owner or manager of the enterprise. This set of technologies allows real-time monitoring of the position of each piece of equipment and receiving signals about malfunctions.

6. High degree of automation. The precision farming system is the first step towards robotic agriculture. Already today it is possible to automate production processes by 50-80%. Experts expect that in the future, one farm worker will be able to operate 10 machines simultaneously without leaving the premises. [3].

Basic elements of precision agriculture

Modern technologies allow farmers to use a whole range of solutions that provide a powerful synergistic effect. To understand what exactly it is about, consider the main elements of precision agriculture:

1. Agrochemical soil analysis. Soil sampling and laboratory analysis to assess nutrient content. Allows you to determine the need to apply water and chemicals. During the laboratory analysis, it is also possible to detect the causative agents of plant diseases and the waste products of pests.

2. Field mapping. The use of satellite and ground equipment makes it possible to determine the boundaries of plots, classify them according to certain characteristics, and visualize the distribution of characteristics. This allows you to assess the expected profitability or investment needs at a glance. Mapping is a mandatory stage in the development of elements of precision agriculture. [2].

Technologies of precision agriculture

Of course, for the implementation of new solutions, it is necessary to organize the appropriate infrastructure. The following technologies are used in precision farming systems:

1. Global positioning (GNSS). Satellite systems that allow tracking the position of sensors in machines and specialized equipment. Positioning accuracy varies from 10 m to 2.5 cm depending on the selected data processing protocol.

2. Geoinformation systems (GIS). They provide for the collection of quantitative data on the state of the planet's surface with the help of space, aviation and ground platforms. This information is visualized in the form of multi-layered interactive maps. Approaches to the zoning of fields in precision agriculture can be different — with the marking of pictures and with the installation of sensors on the borders of the plots.

3. Yield assessment technologies (YMT). Forecasting the results of the company's activities based on information from various sensors. Helps to build accurate financial plans, in particular for submission to banks, insurance companies and investment funds.

4. Systems of variable rationing (VRT). Automatic determination of the optimal consumption of material resources at each site. On average, this increases profitability

by 5-20%, but under unfavorable conditions, the difference can reach 500-600%.

5. Remote sensing of the earth (DZZ). A set of technologies for researching the physical terrain, as well as measuring temperature, humidity, and the degree of light reflection. The research is carried out using instruments on space satellites, airplanes, and drones [4].

Precision farming in Ukraine

Our country is gradually adapting to international norms and integrating into the European economic space. Therefore, precision farming in Ukraine is becoming the #1 agricultural trend, which helps farms to remain competitive even at the global level. Let's consider examples of successful enterprises that introduce new technologies:

1. "Agro Epicenter". According to the company's representatives, the use of RTK positioning made it possible to increase the productivity of machines by 10% and reduce the cost of material resources by 5%. In addition, the promotion of precision farming has helped reduce losses from theft and wasteful use of fertilizers.

2. "Continental Farmers Group". The company conducted an experiment using precision farming technologies on 30% of land, mainly in the Ternopil region. On average, it reduced cash costs by 15% while maintaining high yields. She also managed to free up the working hours of employees to improve the quality of repair and maintenance of equipment.

3. HarvEast. The holding takes an active part in the development of precision agriculture in Ukraine. One of the first to apply the latest technologies, it increased the yield of moisture-sensitive crops by 15-25% in the difficult conditions of the southern and eastern regions of the country. Currently, precision agriculture and the prospects for its use are being actively discussed at forums and conferences. Every year, new companies appear in the market that offer hardware, software, subscription and end-to-end solutions. [4].

Over the past 18 years, increases in corn and soybean yields have coincided with the widespread adoption of precision agriculture technologies.

Yields have increased by about 4% as a result of the introduction of precision agriculture and have the potential to further increase by 6% if the use of these technologies is expanded. About 4.1 million hectares of arable land had to be additionally cultivated due to more efficient use of available land.

Precision agriculture has increased fertilizer efficiency by about 7% and has the potential to increase further by another 14%.

By moving from basic to advanced 4R practices, including strip tillage and cover crops, a family farm located in central Illinois was able to reduce costs per acre by

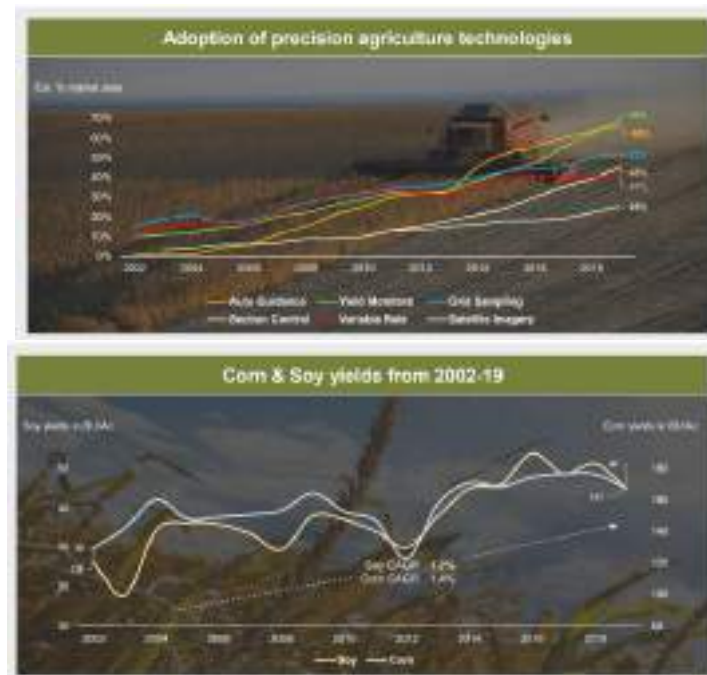


Fig. 2. Growth in adoption of precision agriculture technologies: automation, crop monitoring and satellite data analysis (2002–2018).

\$67 while reducing CO2 equivalent greenhouse gas emissions by more than 15%.

The use of herbicides decreased by approximately 9%. Application practices have the potential to further decrease by 15%.

Fossil fuel use has decreased by about 6% and has the potential to further decrease by 16% if precision agriculture is fully implemented.

Water use has decreased by approximately 4% and has the potential to further decrease by 21%.

The degree of implementation of precision agriculture technologies in the United States at the present time

– Automatic steering from 25% to 80%

- Management of machine parts

Fertilizers: from 10% to 45%. Herbicides: from 5% to 22%.

- Differentiated influence

Fertilizers: from 15% to 54%. Herbicides: from 2% to 13%.

- Fleet analytics, telematics 12%

- Precise watering from 0% to 22%.

Parallel driving systems

Speaking about the system of precision agriculture, we understand that it is an increase in the use of the genetic potential of plants, a rational use of technology.

To achieve the set goal, it is necessary to implement such components as a system of parallel driving of aggregates, soil probing and yield mapping, differentiated application of fertilizers.

Let's focus on the parallel driving system, which is schematically depicted in fig. 1.1.

Competent management of agriculture begins with careful management of

agricultural machinery: "If you want to save money, go straight!"

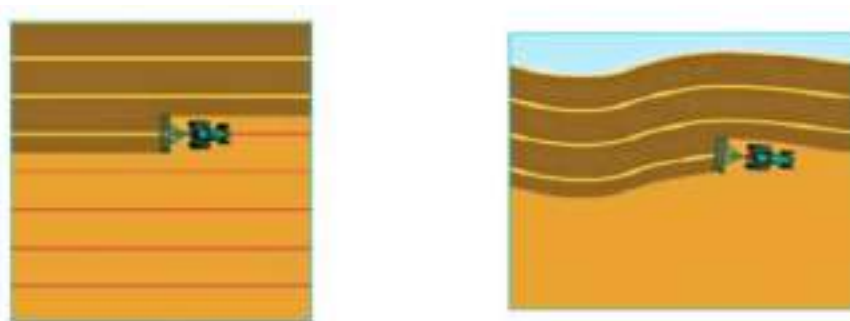


Fig. 3. Parallel movement of the unit

A clear example of this statement will be the consideration of the operation of applying mineral fertilizers. Figure 6.2 shows the fertilizer distribution scheme on the field surface. As you can see, only a correctly selected adjacent pass will give a uniform fertilizer application rate. And the deviation from the uniform rate of application of mineral fertilizers significantly affects the yield of the planned crop.

As you know, overlaps and malfunctions occur during the movement of the unit, hence deviations from the application norm.

Parallel driving systems are primarily intended for high-precision driving of agricultural machinery along a given route within the field. The basic idea is to minimize overlap and gaps between neighboring paddocks, spending only on equipment and quick learning. Figure - Relationship between spreader width and fertilizer spreading width

Tasks solved by parallel driving systems: - saving fertilizers, plant protection products, seeds, fuel and other means of production by reducing the width of the double processing lane (lanes between two adjacent passes of the equipment);

- increasing the intensity of use of agricultural machinery available on the farm (there is a possibility of quality work in the night shift, in fog or smoke) and labor productivity;

- parallel driving on devices allows to improve the quality and efficiency of technological operations;

- reduction of operator fatigue.

Thanks to all the above-mentioned factors, the parallel driving system pays for itself with normal tractor loading already on the first technological operation performed using this equipment. This is the reason for the recent popularity of parallel driving systems.

How a conventional parallel driving system works:

- an electronic marker is installed (easy to remove and install);

- the operator goes into the field;

- the parallel driving system is activated by pressing the button or switching the lever;

- enter the grip width of the unit installed on the tractor (the memory of the course indicator allows you to enter this information once);

- the electronic marker collects information about the location of the satellites (it

may take 1-5 minutes if the device has already been turned on in this area or 5-20 minutes if the parallel driving tool (PDR) works for the first time in this region. As a rule, the indicators indicate the signal status : red - too little information to determine the location and operation, yellow - the device works with the accuracy provided by the GPS system, green - the differential correction of the GPS data is taken into account. After the green lights up (or even worse, if the yellow) indicator, the parallel driving system is ready for operation;

- the operator fixes the starting point of movement (processing) by pressing the "A" button;

- at the end of the race or at a distance of at least 30 meters from point "A", point "B" is fixed;

- the computer of the parallel driving system builds a line connecting points "A" and "B" in memory. Immediately after that, the electronic marker creates in memory routes parallel to the baseline, at a distance of the width of the grip of the block (all this happens instantly). It is important to note that routes can be curvilinear or curvilinear;

- now the operator can process the entire field, focusing on the light bulbs or the map, which records the direction and significance of the deviation of the tractor from the route laid by the electronic marker.

Parallel driving is one of the key technologies of precision agriculture, which allows you to automate the process of managing equipment in the field with the help of GPS navigation and other innovative systems. By precisely controlling the movement of agricultural machinery, farmers can achieve high precision during tillage, sowing, fertilizing and irrigation. [5].

Therefore, the introduction of parallel driving in precision agriculture contributes to the optimization of agricultural processes, increases the efficiency of farms and helps to use resources more rationally.

Conclusions. Precision agriculture is a modern approach to agricultural production, which is based on the use of innovative technologies for precise management of all stages of the agricultural process. Thanks to the implementation of GPS navigation, sensors, drones , automated data collection systems and analytics, farmers can optimize the use of resources such as water, fertilizers and pesticides, leading to significant increases in yields and lower costs.

The main advantages of precision agriculture are:

1. Increasing the efficiency due to the precise application of irrigation fertilizers, which allows you to avoid excessive or insufficient use of resources.
2. Conservation of natural resources, such as soil, water and biodiversity , by reducing the negative impact of agricultural activities on ecosystems.
3. Economic benefit, including reduced resource costs and increased productivity.

Thus, precision agriculture not only increases the profitability of agricultural production, but also contributes to the long-term preservation of natural resources, making agriculture more sustainable and environmentally responsible.

References

1. Precision Agriculture: What Is It And Why Its Benefits? web-site. URL : <https://eos.com/uk/blog/tochne-zemlerobstvo/> (date of application: 08.09.2024)
2. Precision farming . Website. URL : <https://www.agrilab.ua/en/services/tochne-zemlerobstvo/> (date of application: 10.09.2024)
3. Environmental benefits of precision agriculture. web-site. URL : <https://www.agrortk.com.ua/ekologichni-perevagi-tochnogo-zemlerobstva/> (date of application: 15.09.2024)
4. Precision agriculture as a factor in ensuring environmental sustainability and soil protection. web-site. URL : <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/515> (date of application: 21.09.2024)
5. What Is Precision Farming , Its Benefits , and Top Precision Farming Technologies? web-site. URL : <https://www.infopulse.com/blog/precision-agriculture-technologies> (date of application: 25.09.2024)

Максим ПРИТОЛЮК¹³

студент 1 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВИДІВ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

***Анотація.** В сучасному світі різні види альтернативних джерел енергії стають дедалі важливішими в умовах глобальних змін клімату та зростання потреб у чистих, відновлюваних ресурсах. Аналіз ключових джерел енергії, такі як сонячна, вітрова, гідроенергетика, біоенергетика та геотермальна енергія, дозволив визначити їх переваги і недоліки, а також вплив на навколишнє середовище та економічну ефективність.*

***Annotation.** In today's world, various types of alternative energy sources are becoming increasingly important in the face of global climate change and the growing need for clean, renewable resources. An analysis of key energy sources such as solar, wind, hydropower, bioenergy and geothermal energy allowed us to determine their advantages and disadvantages, as well as their environmental impact and economic efficiency.*

***Вступ.** В умовах глобальних змін клімату та обмеженості традиційних енергетичних ресурсів, таких як нафта, вугілля та природний газ, пошук*

¹³Науковий керівник – Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

альтернативних джерел енергії стає однією з ключових проблем сучасного суспільства. Вископні види палива протягом десятиліть були основним джерелом енергії для світової економіки, проте їх використання супроводжується низкою серйозних екологічних проблем. Це насамперед пов'язано з великими викидами парникових газів, таких як вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) та інші, які є головними чинниками глобального потепління. Крім того, традиційна енергетика спричиняє значне забруднення повітря, води та ґрунту, що має негативний вплив на екосистеми та здоров'я людини.

Зростання світового населення та індустріалізація підвищують попит на енергію, що створює додатковий тиск на природні ресурси. У результаті запаси нафти, вугілля та природного газу поступово виснажуються, а енергетична безпека багатьох країн опиняється під загрозою. Усе це стимулює активний розвиток та впровадження відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідроенергетика, біоенергетика та геотермальна енергія.

Альтернативні джерела енергії мають низку значних переваг. Вони є екологічно чистими, оскільки не викидають парникових газів і не забруднюють навколишнє середовище під час своєї експлуатації. Більшість із цих джерел є невичерпними та широко доступними, що робить їх перспективними для довгострокового використання. Однак, незважаючи на переваги, кожен вид альтернативної енергії має свої технічні й економічні виклики, пов'язані з їх впровадженням та масштабуванням. Наприклад, для сонячної та вітрової енергетики характерна залежність від природних умов, а будівництво гідроелектростанцій або геотермальних установок потребує значних інвестицій та географічної специфіки.

Метою даної статті є всебічний аналіз основних сучасних видів альтернативних джерел енергії. Буде розглянуто їх переваги, недоліки та перспективи розвитку в контексті глобальних енергетичних тенденцій. Аналіз дозволить визначити, які з цих джерел можуть стати ключовими в найближчому майбутньому та сприяти переходу до стійкої, екологічно чистої енергетичної системи.

Виклад основного матеріалу. *Сонячна енергія.* Сонячна енергія є одним із найбільш перспективних джерел відновлюваної енергії. Вона отримується шляхом перетворення сонячного випромінювання в електричну або теплову енергію. Основними технологіями є фотоелектричні панелі, які перетворюють світло на електрику, та сонячні колектори, що нагрівають рідини для отримання тепла (рис.1).



Рис.1. Загальний вигляд сонячної електростанції

Переваги:

- Невичерпність і доступність сонячного світла.
- Відсутність шкідливих викидів при виробництві енергії.
- Можливість використання в малих та великих масштабах.

Недоліки:

- Залежність від погодних умов і часу доби.
- Висока вартість початкового обладнання.
- Необхідність великих площ для встановлення панелей.

Вітрова енергія. Вітрова енергія перетворюється в електричну завдяки турбінам, що працюють від енергії вітру. Вітрові установки можуть бути наземними та офшорними (морськими).



Рис.2. Вітрова електростанція

Переваги:

- Вітрова енергія є чистою та відновлюваною.
- Високий потенціал розвитку в прибережних районах і на відкритих просторах.
- Відсутність шкідливих викидів під час експлуатації.

Недоліки:

- Нестабільність виробництва через залежність від сили вітру.
- Високі початкові витрати на будівництво турбін.
- Візуальне забруднення ландшафту та шум.

Гідроенергетика. Гідроенергетика базується на використанні енергії води, яка рухається в річках або морях, для виробництва електроенергії. Гідроелектростанції (ГЕС) є одним із найбільш традиційних і широко використовуваних видів відновлюваної енергії.



Рис.3. Гідроенергетика

Переваги:

- Високий коефіцієнт корисної дії (ККД).
- Можливість акумулювання енергії шляхом створення водосховищ.
- Тривалий термін експлуатації станцій.

Недоліки:

- Негативний вплив на екосистеми річок і водойм.
- Високі початкові витрати на будівництво ГЕС.
- Обмеженість використання в регіонах без великих річок.

Біоенергетика. Біоенергетика використовує біомасу, органічні відходи та біопаливо для виробництва енергії. Біомаса може бути перетворена на енергію через спалювання, газифікацію або анаеробне зброджування.



Рис.4. Загальний вигляд біозаводу з виробництва енергії

Переваги:

- Використання органічних відходів, що сприяє зниженню сміттєзвалищ.
- Можливість зменшення залежності від викопних видів палива.
- Виробництво енергії навіть у віддалених районах.

Недоліки:

- Викиди CO₂ при спалюванні біомаси.
- Високі витрати на збір, транспортування та обробку біомаси.
- Потенційний вплив на сільське господарство через потребу в землі для вирощування біомаси.

Геотермальна енергія. Геотермальна енергія отримується за рахунок тепла земних надр. Вона використовується для виробництва електрики та тепла за допомогою геотермальних електростанцій.



Рис.5. Геотермальна електростанція

Переваги:

- Стабільне джерело енергії, не залежне від погодних умов.
- Низький рівень викидів парникових газів.
- Можливість використання як для великих електростанцій, так і для приватних домогосподарств.

Недоліки:

- Географічна обмеженість: геотермальні ресурси доступні не скрізь.
- Високі початкові витрати на буріння та будівництво.
- Можливість сейсмічних ризиків при використанні технологій глибокого буріння.

Висновок. Сучасні види альтернативних джерел енергії мають величезний потенціал для заміщення традиційних викопних палив та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Сонячна, вітрова, гідроенергетика, біоенергетика та геотермальна енергія є ключовими напрямками розвитку енергетики майбутнього. Кожен із цих видів енергії має свої переваги та недоліки, проте розвиток технологій і зростання інвестицій у ці галузі дозволять подолати більшість існуючих проблем. У перспективі альтернативні джерела енергії можуть стати основою сталого енергетичного розвитку планети.

Список використаних джерел.

1. Башун, А. В. "Альтернативні джерела енергії - новий шлях України". *Актуальні проблеми міжнародних відносин*, Вип. 93, ч. 2 (2010): 135–40.
2. Косой, Б. В., Б. Г. Грудка та О. В. Зімін. "Підвищення ефективності методів акумулювання енергії відновлювальних джерел". *Refrigeration Engineering and Technology* 57, № 3 (15 жовтня 2021): 176–88. <http://dx.doi.org/10.15673/ret.v57i3.2168>.
3. Вовчук, Т., Н. Дейнеко, О. Кіреєв, О. Левтеров та Р. Шевченко. "Альтернативні джерела живлення та їх деградаційна стійкість в умовах надзвичайних ситуацій техногенного характеру". *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*, № 4(18) (10 лютого 2021): 7–13. [http://dx.doi.org/10.37700/enm.2020.4\(18\).7-13](http://dx.doi.org/10.37700/enm.2020.4(18).7-13).

4. Білодід, В. Д. "Відновлювані джерела енергії в енергетиці України". *Наука та наукознавство*, № 3 (2006): 87–93.

Вадим ШЕВЧУК¹⁴,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ДІАГНОСТИКИ КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ

Анотація У статті розглянуто конструкцію, функціонування та технічне обслуговування карданної передачі, яка є важливою складовою трансмісії вантажних автомобілів. Особливу увагу приділено вибору мастил, зносу компонентів і методам діагностики несправностей для забезпечення надійної роботи системи.

Ключові слова: карданна передача, трансмісія, вантажні автомобілі, технічне обслуговування, мастила, знос, діагностика, несправності.

Annotation. The article deals with the design, operation and maintenance of the cardan transmission, which is an important component of the truck transmission. Particular attention is paid to the choice of lubricants, component wear and methods of fault diagnosis to ensure reliable system operation.

Key words: cardan transmission, transmission, trucks, maintenance, lubricants, wear, diagnostics, malfunctions.

Вступ. Карданна передача є одним з ключових компонентів трансмісії транспортних засобів, особливо у вантажних автомобілях з заднім або повним приводом. Її основна функція полягає у забезпеченні передачі крутного моменту від двигуна до коліс через систему валів та шарнірів, що дозволяє автомобілю рухатися у різноманітних умовах експлуатації [1-4]. Від конструкції та надійності карданної передачі залежить ефективність роботи автомобіля, особливо при високих навантаженнях та тривалих поїздах. Ця система повинна забезпечувати стабільну передачу потужності, компенсуючи зміщення та кутові відхилення між елементами трансмісії, які виникають під час руху.

Ефективність роботи карданної передачі значною мірою залежить від стану мастила, яке використовується для зменшення тертя між елементами системи [1]. Правильний вибір мастила, його своєчасна заміна та регулярне технічне обслуговування є запорукою надійної та тривалої роботи карданної передачі. Мастила забезпечують захист від зносу та корозії, поглинають удари та

¹⁴Науковий керівник – Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

вібрації, що особливо важливо для вантажних автомобілів, які часто експлуатуються у важких умовах, наприклад, під час перевезення великих вантажів або в екстремальних температурних режимах [1].

Значення карданної передачі в сучасних транспортних системах не можна переоцінити. Вона забезпечує можливість автомобіля рухатися на великі відстані без суттєвих втрат потужності, а також витримувати високі навантаження, що особливо важливо для вантажних автомобілів [2]. Однак, з часом будь-яка система зношується, і карданна передача не є виключенням. Серед основних проблем, які можуть виникнути під час експлуатації, – це знос шарнірів та підшипників, порушення балансування карданного вала, корозія та механічні пошкодження. Тому регулярна перевірка стану карданної передачі, змащення деталей та своєчасний ремонт є важливими умовами для забезпечення її надійної роботи [1,2].

Виклад основного матеріалу. Карданна передача відповідає за забезпечення зв'язку між коробкою передач, що закріплена на рамі транспортного засобу, та заднім мостом, який підвішений на ресорах і може рухатись відносно рами [2,3]. Основна її функція полягає в передачі крутного моменту і руху від коробки передач до заднього моста.

Усі задньопривідні автомобілі використовують карданну передачу, яка виконує подібні функції. Це одна з ключових складових систем вантажних автомобілів, яка забезпечує передачу обертового моменту від двигуна до задніх або всіх коліс [2]. Карданна передача ефективно працює і дозволяє автомобілю переміщатись на великі відстані та у важких умовах експлуатації.

Основна особливість карданної передачі полягає в її здатності компенсувати зміщення та кутові відхилення між вихідним та вхідним валами.

Карданна передача складається з кількох основних елементів, серед яких:

Вихідний вал – це початкова точка передачі обертового моменту, що отримується від двигуна [2].

Карданний вал – це вал, який з'єднує вихідний вал і вхідний вал задньої або передньої вісі. Він складається з кількох сегментів з згинами, що дозволяють компенсувати зміщення та кутові відхилення.

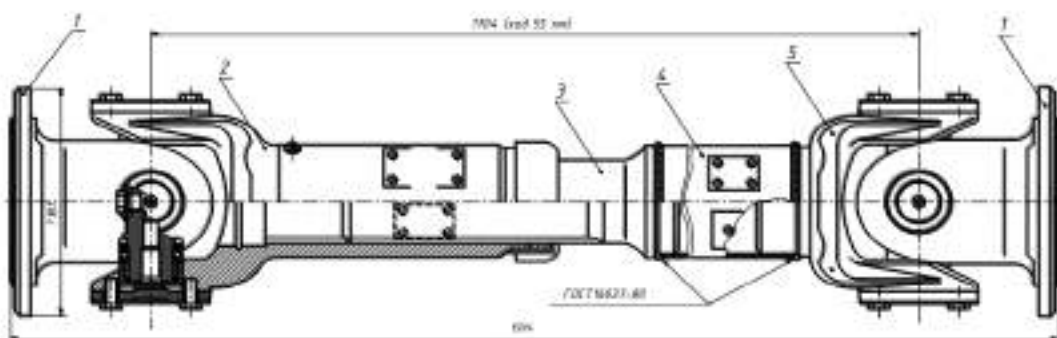


Рис. 1. Зовнішній вигляд карданної передачі: 1 – шарнірна вилка з монтажним фланцем; 2 – вилка із посадкою на шліци; 3 – кінцевик із шліцем (наконечник); 4 – основа передачі; 5 – вилка яка впресовується у основу передачі.

Карданні шарніри – це спеціальні шарніри, які дозволяють передавати обертальний момент і компенсувати кутові відхилення між валами. Вони дозволяють карданному валу обертатися під різними кутами без втрати передачі потужності.

Підшипники використовуються для підтримки валів та зменшення тертя при обертанні [2,3].

Карданна передача є надійною та ефективною системою у вантажних автомобілях, оскільки вона дозволяє передавати значний обертальний момент на великі відстані [3]. Вона широко використовується у вантажних автомобілях з заднім приводом, де потужність двигуна передається через цю систему.

У карданній передачі використовуються спеціальні мастила для змащення та оптимальної роботи її деталей. Основні завдання цих мастил включають зменшення тертя, захист від зносу та корозії, поглинання ударів та вібрацій, а також ефективне охолодження [2-4].

Вибір певного типу мастила для карданної передачі залежить від умов експлуатації, навантаження, температурного режиму та рекомендацій виробника автомобіля. Зазвичай рекомендації стосовно типу та інтервалу заміни мастила містяться у посібнику з експлуатації автомобіля [3]. Регулярна перевірка та обслуговування мастила мають важливе значення для забезпечення довговічності та надійності карданної передачі.

Мастило для шліцьового з'єднання постачається за допомогою масляної магістралі, що вкручена у вилку.

Голчасті підшипники відіграють значну роль у структурі карданної передачі. Вони використовуються для підтримки карданних валів та забезпечення плавного обертання під великими навантаженнями.

Важливо правильно змащувати голчасті підшипники у карданних передачах, щоб забезпечити їхню плавну роботу та збільшити їхню тривалість служби [3,4]. Рекомендації щодо змащення та обслуговування голчастих підшипників слід дотримуватися виробником автомобіля або вказані у посібнику з експлуатації.

Задньопривідна конфігурація (RWD) широко використовується у багатьох вантажних автомобілях. У цій системі передач потужність з двигуна передається через карданний вал на задню вісь, що приводить задні колеса у рух [3]. Основні елементи цієї системи включають вихідний вал двигуна, карданний вал, карданні шарніри та задній диференціал.

У системі заднього приводу задні колеса відповідають за трансмісію руху автомобіля, тоді як передні забезпечують керування. Це дозволяє досягти кращої стабільності та керованості на дорозі, особливо з великими вантажами на задній вісі [3].

Повний привід (4WD або AWD) широко використовується у вантажних автомобілях для подолання складних дорожніх умов. Ця система включає передню і задню вісь, які обидві приводяться в рух через карданні вали. Вона також включає передній і задній диференціали, які розподіляють обертальний момент між колесами залежно від умов дороги.

Повний привід забезпечує кращу тягу та контроль на складних дорогах, таких як бездоріжжя, сніг, лід або мокрий асфальт [3,4]. Він дозволяє рівномірно розподіляти потужність між передніми і задніми колесами, що підвищує стабільність та керованість автомобіля.

Обидві ці системи карданних передач є важливими для вантажних автомобілів, допомагаючи забезпечити надійний привід та керування в різних умовах експлуатації [4]. Таким чином, обидві передачі включають вихідний вал, карданні вали, карданні шарніри та диференціали. Однак у повному приводі є обидві передня і задня карданні передачі, тоді як у задньоколісній передачі є лише задня карданна передача.

Обидві системи призначені для передачі потужності та обертового моменту від двигуна до коліс, забезпечуючи привід та керування автомобілем [4].

Основна подібність між цими двома передачами полягає у їхній спільній функції передачі обертового моменту від одного місця до іншого, а також у використанні карданних валів. Давайте розглянемо їх будову більш детально:

Задньоколісна передача (RWD), вихідний вал якої з'єднує двигун з карданним валом і передає обертовий момент.

Карданний вал – це проміжний вал, що з'єднує вихідний вал двигуна з задньою віссю автомобіля. Він відповідає за передачу обертового моменту від двигуна до задньої вісі [4,5]. На кінцях карданного вала розташовані карданні шарніри, які дозволяють компенсувати відхилення між вихідним валом і задньою віссю, що виникають внаслідок руху підвіски. Задній диференціал, розташований на задній вісі, розподіляє обертовий момент між задніми колесами.

У системі повного приводу (4WD або AWD) вихідний вал передає обертовий момент від двигуна до переднього карданного вала.

Передній карданний вал з'єднує вихідний вал з передньою віссю автомобіля і передає обертовий момент на передні колеса [4,5]. Також є задній карданний вал, який з'єднує вихідний вал з задньою віссю і передає обертовий момент на задні колеса.

Карданні шарніри, розташовані на кінцях карданних валів, служать для компенсації відхилень і забезпечення гнучкості передачі обертового моменту. Крім того, передні та задні диференціали розташовані на вісях і розподіляють обертовий момент між передніми та задніми колесами [4,5].

При виявленні дефектів у карданній передачі, перш за все, необхідно визначити їх природу, спостерігаючи за ознаками, такими як гучні стуки, вібрації, нерівномірне обертання або будь-які інші незвичні звуки чи симптоми [5-7]. Далі спробуйте визначити, з якою саме частиною карданної передачі пов'язані проблеми.

Перевірте, що всі болти, гайки та кріплення, пов'язані з карданною передачею, належним чином затягнуті. Відслідкуйте будь-які ознаки пошкодження або відкручування кріпильних елементів.

Перевірте рівень та стан мастила та переконайтеся, що рівень мастила в

карданній передачі відповідає вимогам виробника. При необхідності додайте або замініть мастило. Також оцініть стан мастила на наявність забруднень, частинок або ознак поганого стану.

Проведіть візуальний огляд та ретельно огляньте карданний вал, шарніри, підшипники та інші частини на наявність пошкоджень, тріщин, зносу або інших несправностей [5]. Зверніть увагу на будь-які незвичайні ознаки, які можуть вказувати на проблеми. Проведення більш детальної діагностики допоможе виявити причину проблеми та рекомендувати відповідні ремонтні заходи.

Підшипник карданної передачі, часто називаний голчастим підшипником, є ключовим компонентом системи. Він відповідає за підтримку і обертання карданного вала, забезпечуючи його гнучкість і витривалість.

Структурно голчастий підшипник складається з зовнішнього кільця, внутрішнього кільця і голчастих роликів [5,6]. Зовнішнє кільце має особливі вирізи або виступи для кріплення в системі карданної передачі.

Внутрішнє кільце має отвір, через який проходить карданний вал. Голчасті ролики розташовані між цими кільцями і дозволяють плавно обертатися.

Голчасті підшипники використовуються саме через їхню здатність переносити великі навантаження та компенсувати відхилення та кутові зміщення. Вони забезпечують стабільність передачі обертального моменту і допомагають у зменшенні тертя та зносу [5,6]. Для збереження ефективності голчастого підшипника важливо регулярно змащувати його відповідним мастилом та вчасно виконувати огляд на предмет ознак зносу, пошкоджень або перегріву.

Порушення цілісності карданного вала може стати поступовим процесом, спричиненим різними чинниками [5,6]. Наприклад, знос підшипників може призвести до відхилення вала, що викликає вібрації та нестабільність роботи. Крім того, корозія та окислення можуть спричинити тріщини та зниження міцності матеріалу вала. Пошкодження або знос шарнірів також можуть викликати гучні стуки та нерівномірне обертання.

Екстремальні навантаження або нещасні випадки можуть спричинити деформацію вала, порушуючи його баланс і призводячи до вібрацій та нерівномірного обертання [6].

Закріплення карданного вала, таке як болти чи гайки, може з часом пошкодитися або розкрутитися, що призводить до нестабільності вала та ризику втрати з'єднання.

У випадку виявлення будь-яких підозрілих ознак дефекту карданного вала, рекомендується звернутися до кваліфікованого автомеханіка або сервісного центру для проведення детальної діагностики та рекомендацій щодо подальшого ремонту, наприклад, заміни підшипників або кріплень, або навіть встановлення нового карданного вала, якщо це необхідно [6,7].

Перевірка стану карданних валів може включати кілька етапів та методів. Початковий етап – це детальний візуальний огляд вала, під час якого перевіряється наявність будь-яких пошкоджень, тріщин, вигинів або ознак зносу, а також оцінюється стан кріплень, підшипників і шарнірів.

Один з ключових етапів - це вимірювання геометричних параметрів карданного вала, таких як діаметри, довжини, кути нахилу та відхилення. Це можна провести за допомогою спеціальних вимірювальних інструментів [6].

Дуже важливо також перевірити коливання та балансування, оскільки неправильний баланс може спричинити вібрації та нестабільність. Для оцінки стану підшипників і шарнірів використовуються спеціальні методи, такі як замір зазорів, вимір кутових відхилень або аналіз вібрацій.

Деякі дефекти можуть бути виявлені під час функціональних тестів під навантаженням, таких як обертання вала при різних швидкостях або перевірка наявності неправильних звуків під час роботи [6].

Ці методи можуть бути використані окремо або комбіновано, в залежності від потреб і можливостей перевірки. Важливо довірятися проведенню перевірки спеціалістам або кваліфікованим механікам, які мають досвід у роботі з карданними валами та відповідне обладнання.

Основні пошкодження, які можуть виникнути на вилці фланця, яка з'єднується за допомогою шарніра, включають наступні:

Шарнір вилки фланця піддається зносу внаслідок постійних обертань та навантажень [6,7]. Це може призвести до зносу підшипників шарніра, пошкодження поверхонь кулькових гнізд або ступеня зносу шарнірних пальців. Знос шарніра призводить до збільшення люфту та нестабільності передачі сили.

Експлуатація в умовах пилу, бруду або агресивного середовища може призвести до пошкодження кулькових гнізд вилки фланця. Це може вплинути на точність з'єднання та спричинити руйнування роботи шарніра. [7]

Неправильна установка або зайве внутрішнє або зовнішнє навантаження можуть призвести до ушкодження поверхні шарнірних пальців вилки фланця, що може спричинити розриви або обриви в роботі шарніра. Некоректне монтажу або недотримання геометричних вимог можуть призвести до втрати точності вилки фланця, що може викликати нестабільність у роботі шарніра та нерівномірність передачі сили.

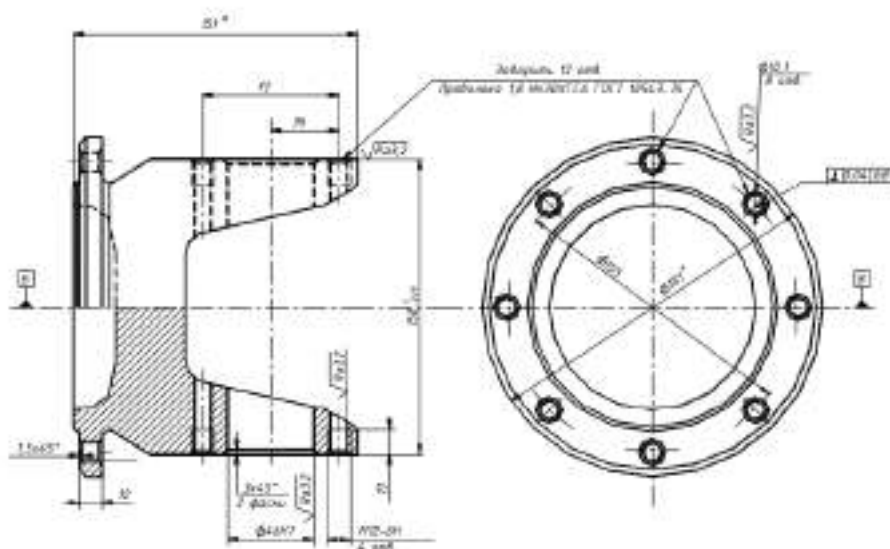


Рис. 2. Вилка шарніра з фланцем кріплення карданного вала.

Якщо вилка фланця використовується в умовах вологості або агресивного середовища, вона може піддаватися корозії, що може призвести до ушкодження поверхні вилки та погіршення якості з'єднання з шарніром [7].

До основних пошкоджень вилки вала, як показано на рисунку 2, можна віднести такі як зношення посадкових місць, утворення виробітків на валу, який запресовується у вал передачі, тріщини в корпусі та згин відносно осі [7].

Основні ушкодження, які можуть відбутися на валу, який з'єднується за допомогою шліцевого з'єднання, включають такі: знос шліців, деформацію шліців, пошкодження країв шліців та поломку шліцевого вала.

Шліцеве з'єднання може зазнавати зносу через тривалу експлуатацію або недостатнє змащення, що може викликати ушкодження шліців, втрату посадки та нестабільність передачі обертового моменту [7].

Екстремальні навантаження або нещасні випадки можуть призвести до деформації шліців вала, порушуючи точність з'єднання і спричиняючи вібрації та нерівномірність передачі сили.

Неуважне виконання правил монтажу може призвести до ушкодження країв шліців, що може вплинути на точність з'єднання та призвести до виникнення люфту або порушень у передачі сили [7].

Надмірні навантаження або неправильне використання можуть спричинити поломку шліцевого вала, що є серйозним ушкодженням, що вимагає заміни вала та ремонту шліцевого з'єднання.

Умови, де шліцевий вал використовується в умовах вологості або агресивного середовища, можуть спричинити корозію, що може призвести до ушкодження поверхні шліців та погіршення якості з'єднання [7].

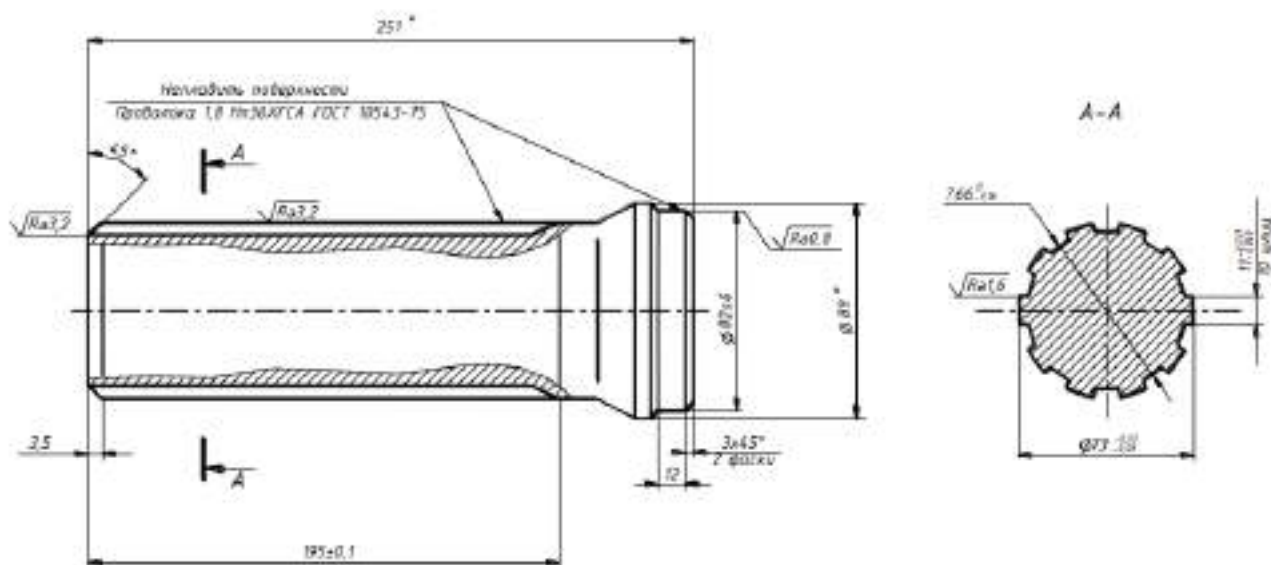


Рис. 3. Вал (наконечник) шліцевої карданної передачі

При встановленні відхилень від параметрів деталей карданної передачі, які не відповідають вимогам відповідних норм і розмірів у відповідній технічній документації, необхідно розробити технологічний процес відновлення і ремонту,

щоб привести їх до відповідних параметрів [7].

Умови, що призводять до дефектації вала карданної передачі, що з'єднується за допомогою шліцевого з'єднання, викладені у таблиці 1.

Таблиця 1

Умови дефектування вилки карданної передачі [7]

Деталь – вал шліцевий					
Можливі дефекти	Спосіб виявлення дефекту і засоби контролю	Розмір, мм			Засоби виміру
		По робочому кресленню	Допустимі без ремонту	Допустимі для ремонту	
1	2	3	4	5	6
Візок шліцевої поверхні	Контроль штангенциркуль ІІІІ-125-01	158±0,30	157,91	157	Вимірюють, точність шліфування, фрезерування шліца в номінальний розмір
Тріщини	Огляд, Лупа	–	–	–	Вимірюють
Деформація валика під напруженнями в трубу	Контроль мікрометр МК50	82,6	82,66	81	Вимірюють, точність шліфування в номінальний розмір
Матеріал					
Твердість поверхні	Сталь 45				
	Твердість поверхні 45 HRC				

Висновки. Карданна передача є важливим компонентом трансмісії транспортних засобів, особливо у вантажних автомобілях. Її основна функція полягає в передачі крутного моменту від двигуна до коліс, забезпечуючи надійний рух автомобіля навіть у складних умовах експлуатації. Ефективність роботи цієї системи значною мірою залежить від стану мастила, регулярного технічного обслуговування та своєчасного виявлення дефектів. Правильна діагностика і ремонт карданної передачі дозволяють уникнути серйозних поломок, зменшити знос деталей і продовжити термін служби транспортного засобу.

Список використаної літератури

1. Кардан: особливості та способи ремонту. веб-сайт. URL: <https://rovian.ua/ua/blog/kardan-osoblivosti-ta-sposobi-remontu/> (дата звернення 15.09.2024)
2. Карданний вал: призначення, види, особливості ремонту. веб-сайт. URL: <https://avtoindustriya.com/blog/uk/kardannyj-val/> (дата звернення 15.09.2024)
3. Карданні вали. веб-сайт. URL: <https://kardan-balans.com.ua/kardanni-valy> (дата звернення 15.09.2024)
4. Ремонт сільськогосподарської техніки в Україні: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizacijni-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniky> (дата звернення 15.09.2024).
5. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. Трактори та автомобілі: підручник. Київ: Вища освіта, 2003. 560 с.

6. Кухтов В.Г, Іванова Ю.В., Лебедева І., Створення інформаційної бази для контролю якості запасних частин сільськогосподарської техніки. «Техніка і технології АПК». 2012 №4 (31). С.37-39.

7. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.

Володимир ШКУТА¹⁵,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСМІСІЙ: МЕТОДИ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ

***Анотація** Стаття аналізує ефективні підходи до технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки, зокрема, відновлення трансмісій та механічних деталей. Окремо розглядаються сучасні методи обробки поверхні для підвищення зносостійкості та надійності роботи компонентів.*

***Ключові слова:** технічне обслуговування, відновлення трансмісій, механічні деталі, зносостійкість.*

***Annotation.** The article analyzes effective approaches to maintenance and repair of agricultural machinery, in particular, restoration of transmissions and mechanical parts. Modern methods of surface treatment to increase the wear resistance and reliability of the components are considered separately.*

***Key words:** maintenance, restoration of transmissions, mechanical parts, wear resistance.*

Вступ. Ефективне використання машин в сільському господарстві суттєво залежить від своєчасного і якісного проведення технічного обслуговування та ремонту. Зараз спостерігається тенденція до розширення потужностей підприємств, спрямованих на ремонт нових марок техніки, таких як трактори, комбайни, автомобілі та обладнання для тваринницьких ферм [1-3].

Збільшення обсягів відновлення вузлів і агрегатів на спеціалізованих підприємствах створило можливість використовувати у майстернях фермерських та колективних господарств широко агрегатний метод ремонту. Важливим є також удосконалення централізованого відновлення спрацьованих деталей, що дозволяє відновлювати мільйони гривень вартості деталей щорічно.

¹⁵Науковий керівник – Телятник І.А. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

Підвищення рівня концентрації ремонтного виробництва та поглиблення його спеціалізації дозволили значно покращити якість ремонту та довести ресурс відремонтованих тракторів до 80% ресурсу нових [1-3]. Для досягнення цих цілей важливо постійно удосконалювати організацію та технологію ремонту машин, правильно планувати роботу майстерень, упорядковувати технічну документацію, забезпечувати майстерні необхідним обладнанням, інструментами та матеріалами, а також впроваджувати передовий досвід у цій сфері.

Техніка, яка перебуває у стані простою, або має незадовільний стан, може призвести до серйозних втрат у виробництві. Особливо це актуально під час сезонних робіт у сільському господарстві [1-3]. Одним із способів уникнення цих проблем є проведення комплексу попереджувальних заходів, спрямованих на забезпечення надійності машин. Впровадження таких заходів може значно підвищити міжремонтний виробіток, знизити час простою через несправність, а також зменшити витрати пального, що в свою чергу призводить до значних економічних вигід. Ці підходи ставлять перед обслуговуючими та ремонтними службами високі вимоги щодо їхньої ефективності.

Ремонтні підприємства в агропромисловому комплексі мають складну природу, відмінну від машинобудівних підприємств [1-3]. Однією з особливостей є специфіка взаємовідносин з аграрними об'єднаннями, що вимагає розробки спеціальних форм і методів роботи для поліпшення організації ремонтних робіт.

У сучасних умовах розвитку ремонтної бази акцент робиться на наступних напрямках: сприяння широкій кооперації між ремонтними підприємствами, впровадження агрегатного методу ремонту, підвищення рівня механізації ремонтного виробництва, а також впровадження та вдосконалення технологій ремонту з використанням сучасного обладнання і інструментів.

Відновлення трансмісій сільськогосподарської техніки є важливою складовою процесу технічного обслуговування та ремонту в аграрному секторі.

Ефективне функціонування сільськогосподарської техніки напряму впливає на результативність господарської діяльності [1-3]. Відтак, планування робочого поста для відновлення трансмісій вимагає комплексного підходу, що враховує технічні характеристики обладнання, кваліфікацію персоналу та оптимальні технологічні процеси.

У цьому контексті дослідження та розробка ефективних стратегій планування робочого поста має вирішальне значення для забезпечення безперебійності та продуктивності сільськогосподарських підприємств.

Виклад основного матеріалу. Трансмісія призначена для передачі обертального руху та крутного моменту від двигуна до ходової частини та зміни їх за величиною та напрямом (рис. 1).

Трансмісія встановлює зв'язок між двигуном та колесами, що передає потужність для руху [1-3]. Ця система складається з різних компонентів, які працюють спільно для забезпечення цієї функції. Особливе значення має коробка передач, яка визначає передачу крутного моменту від двигуна до коліс та регулює швидкість автомобіля. Таким чином, коли говорять про трансмісію, часто враховують і коробку передач [1-3].

Основними складовими вузла є:

- Система зчеплення;
- Коробка передач;
- Провідний міст;
- Диференціал.



Рис. 1. Схема трансмісії повнопривідної техніки

У машинобудуванні термін "трансмісія" відноситься до системи, яка забезпечує передачу сили від двигуна до ведучих коліс або робочих органів техніки [1-3]. Це включає в себе комплекс складових одиниць і механізмів, які відповідають за цю функцію.

Головна мета трансмісії – передача крутного моменту, зміна тягових характеристик, швидкостей та напрямку руху [1-4]. В автомобільній техніці, наприклад, частинами трансмісії є зчеплення і коробка передач, які входять до складу силового агрегату.

Основні функції трансмісії включають:

- передачу крутного моменту від двигуна до ведучих коліс;
- зміну величини та напрямку крутного моменту;
- розподіл крутного моменту між ведучими колесами.

Трансмісії тракторів можна класифікувати за принципом дії (механічні, електричні та комбіновані) та характером зміни обертання ведучих коліс (ступінчасті, безступінчасті та комбіновані) (рис. 2) [1-3].

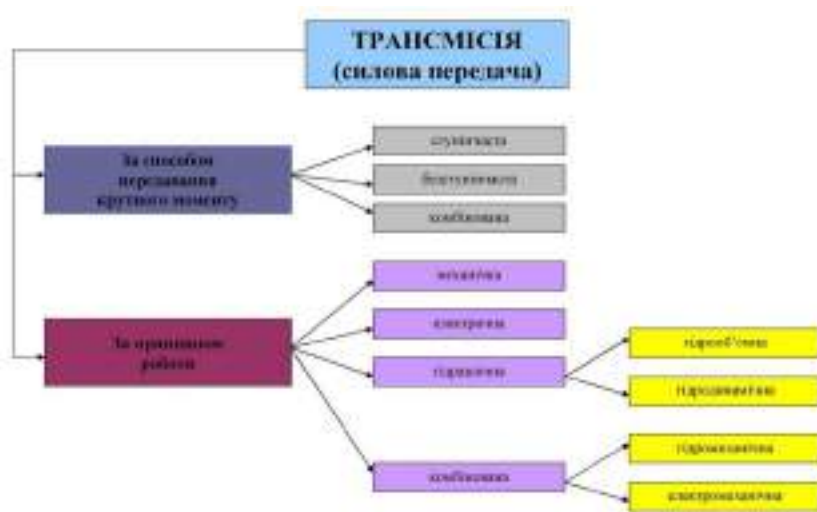


Рис. 2. Класифікація трансмісії

Силовая передача є важливим компонентом автомобіля, який забезпечує передачу потужності від двигуна до коліс. Завдяки постійному великому навантаженню, у силовій передачі можуть виникати різні поломки [1-4]. Ці проблеми, звичайно, можуть варіюватися залежно від типу трансмісії - ручної чи автоматичної, проте існують загальні проблеми, що можуть виникнути у будь-якому типі передачі.

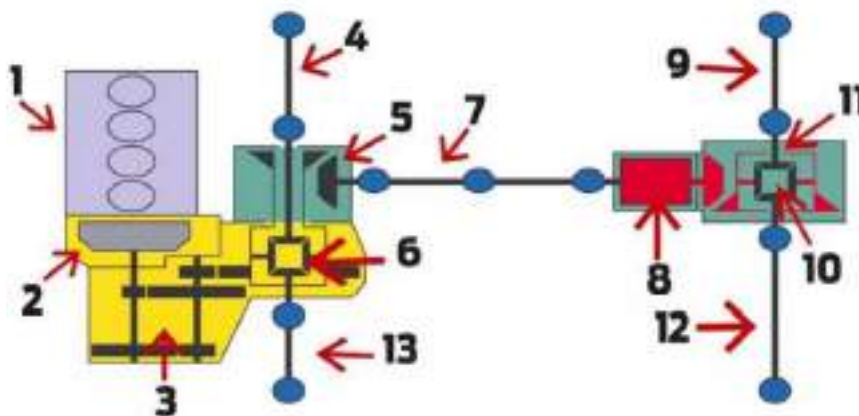


Рис. 3. Схема трансмісії: 1-двигун; 2-зчеплення; 3-коробка передач; 4-привод правого переднього колеса; 5-кутовий редуктор; 6-межколісний диференціал передньої осі; 7- карданна передача; 8- електромагнітна муфта; 9- привод правого заднього колеса; 10-міжколісний диференціал задньої осі; 11-задній редуктор; 12-привід лівого заднього колеса; 13- привід лівого переднього колеса.

Зношення та ушкодження зубців змінника передач можуть відбутися через постійне навантаження, що впливає на їхню робочу поверхню [2,3]. У разі пошкодження або зношення може виникнути ускладнення при перемиканні передач або недостатня стабільність роботи трансмісії. Вирішення цієї проблеми, як правило, вимагає заміни пошкоджених частин.

Поломка підшипників у силовій передачі викликана можливим зносом або

пошкодженням, що може викликати неприємний шум або вібрацію під час руху. Для вирішення цієї проблеми зазвичай потрібна заміна підшипників [2,3].

Проблеми з маслом трансмісії можуть виникнути через недостатній рівень масла або через забруднення або зношення. Це може спричинити перегрів та знос компонентів трансмісії. Виправлення цієї проблеми можливе шляхом заміни або доливу масла.

Несправність синхронізаторів у ручних трансмісіях може призвести до нестабільності при перемиканні передач або до неможливості включення певних передач [3]. Для вирішення цього зазвичай потрібна заміна синхронізаторів.

Несправність соленоїдів у автоматичних трансмісіях може спричинити проблеми з перемиканням передач або неналежною роботою трансмісії. Виправлення цієї проблеми зазвичай вимагає заміни соленоїдів.

Ці та інші поломки силової передачі можуть виникати з різних причин, включаючи неправильне обслуговування, неправильне використання, недоліки виробництва або природний знос [3].

Куліса перемикання передач – це важлива частина трансмісії автомобіля, особливо в трансмісіях з ручним перемиканням передач, яка дозволяє водію вибрати потрібну передачу для руху [3]. Проте, як будь-який механічний компонент, куліса може зазнати зносу та поломок. Нижче наведено кілька типових проблем, які можуть виникнути з кулісою:

1. Знос або пошкодження куліси: Внаслідок постійного використання куліса може зноситися або пошкоджуватися [3,4]. Це може призвести до труднощів у перемиканні передач, включаючи важке або неправильне перемикання.

2. Проблеми з кабелем перемикання передач: Куліса зазвичай з'єднана з трансмісією за допомогою кабелю. Якщо кабель стає слабким, пошкодженим або розтягнутим, це може ускладнити процес перемикання передач [3,4].

3. Несправність механізму блокування: Деякі куліси мають механізм блокування, який запобігає неправильному перемиканню передач [3,4]. Якщо цей механізм несправний, це може призвести до блокування куліси у певному положенні або до можливості вибору передач, які можуть пошкодити трансмісію.

4. Поломка пружини повернення: Багато куліс мають пружину повернення, яка повертає кулісу до нейтрального положення після перемикання передач [3,4]. Якщо ця пружина поламана або витягнута, це може ускладнити процес перемикання передач.

Ці та інші проблеми з кулісою перемикання передач можуть вплинути на здатність автомобіля перемикати передачі та загальний комфорт під час водіння. Правильна діагностика та виправлення цих проблем можуть забезпечити безпечне та ефективне функціонування трансмісії автомобіля [4].

Зчеплення в автомобілі – це ключовий компонент, що забезпечує плавне і ефективне перемикання передач. Проте, як будь-який інший механізм, воно піддається зносу та може вийти з ладу [4].

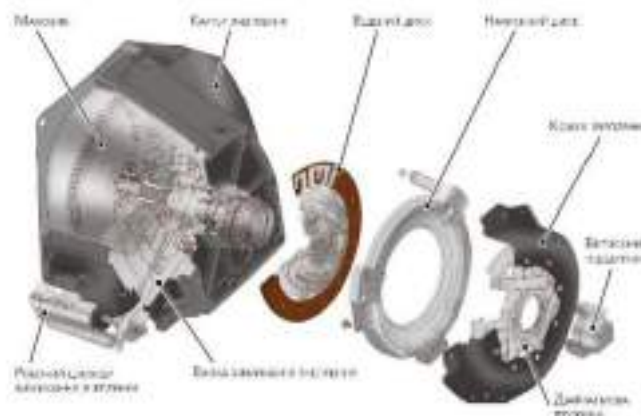


Рис. 4. Будова однодискового сухого зчеплення

Ось кілька типових проблем, які можуть виникнути з зчепленням:

1. Знос дисків зчеплення: Диски зчеплення переносять крутний момент від двигуна до трансмісії. З часом вони можуть зноситися, що призводить до погіршення ефективності зчеплення та зміни характеристик керування [4].

2. Проблеми з гідравлічною системою: Сучасні системи зчеплення використовують гідравліку для передачі сили від педалі до зчеплення. Якщо система гідравліки стає негерметичною або має інші проблеми, це може призвести до проблем з перемиканням передач [4,5].

3. Втрата робочого тиску: Якщо система зчеплення не може створити достатній робочий тиск, може виникнути проблема "проковзування зчеплення", коли зчеплення не від'єднується повністю при натисканні педалі.

4. Пошкодження корпусу зчеплення: Корпус зчеплення захищає внутрішні компоненти. Якщо він пошкоджений, це може вплинути на роботу системи зчеплення [4,5].

5. Несправність важеля від'єднання: Важіль від'єднання забезпечує від'єднання зчеплення від двигуна. Якщо він пошкоджений, це може ускладнити перемикання передач [4,5].

6. Знос або пошкодження вилки зчеплення: Вилка зчеплення відповідає за натискання на диск зчеплення [5]. Знос або пошкодження вилки може ускладнити від'єднання зчеплення.

Проведення регулярного обслуговування і огляду зчеплення може допомогти підтримати його ефективну роботу і знизити ризик серйозних поломок, що можуть призвести до дорогих ремонтних робіт або навіть заміни системи зчеплення.

Вал трансмісії важливий для передачі крутного моменту від двигуна до коліс автомобіля [5]. Оскільки він постійно піддається навантаженням, може статися його знос та поломки.

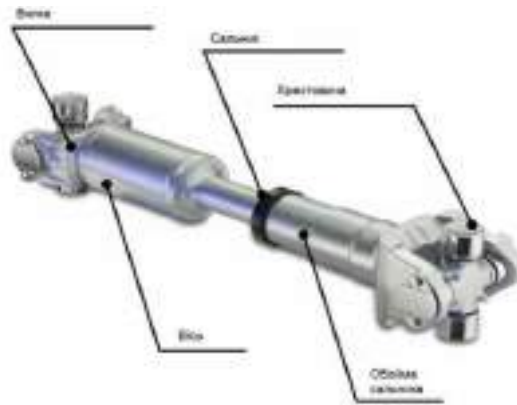


Рис. 5. Будова карданного валу

Ось деякі типові проблеми, які можуть виникнути з валом трансмісії:

Пошкодження або ламання шийки вала: Шийки вала трансмісії підтримують та стабілізують його [5]. Під впливом великих навантажень або зносу, вони можуть ламатися або пошкоджуватися, що може спричинити неправильну роботу трансмісії. Виправлення цієї проблеми може потребувати заміни або ремонту вала.

Ламання вала: При великих навантаженнях або у несприятливих умовах, вал трансмісії може ламатися. Це може статися через перевищення його міцності або через виробничі дефекти. Ламання вала призводить до неможливості передачі сили від двигуна до коліс, і його необхідно замінити [5].

Знос підшипників: Підшипники вала трансмісії забезпечують плавне обертання вала. З часом вони можуть зноситися або пошкоджуватися від інтенсивного використання, що може призвести до шуму, вібрації або неправильної роботи трансмісії. Виправлення цієї проблеми вимагає заміни зношених підшипників.

Пошкодження зубців шестерень: Шестерні вала трансмісії мають зубці, які забезпечують передачу сили та перемикання передач. Під впливом великих навантажень або зносу, зубці можуть пошкодитися або зламатися, що ускладнює перемикання передач. Виправлення цієї проблеми може потребувати заміни пошкоджених шестерень [5].

Знос або пошкодження муфт та синхронізаторів: Муфти та синхронізатори відповідають за плавне перемикання передач. З часом вони можуть зноситися або пошкоджуватися, що призводить до ускладнень у перемиканні передач або неправильної роботи трансмісії [5,6]. Виправлення цієї проблеми може вимагати заміни пошкоджених муфт або синхронізаторів.

Вчасне виявлення та усунення цих проблем з валом трансмісії допоможе забезпечити ефективну та надійну роботу трансмісії вашого автомобіля.

Технологія відновлення механічних деталей трансмісії автомобілів охоплює застосування різних процедур та методів, що спрямовані на відновлення або поліпшення робочих характеристик зношених або пошкоджених деталей [5,6]. Відновлення трансмісій включає кілька ключових етапів:

1. Оцінка стану деталей: Першочергово проводиться детальний огляд і оцінка стану трансмісії для ідентифікації пошкоджених компонентів.
2. Розбірка: Зняття пошкоджених деталей для подальшої обробки.
3. Діагностика: Використання спеціалізованих інструментів для аналізу ступеня пошкоджень та вибору оптимальних методів відновлення.
4. Відновлення: Застосування відповідних технологій (зварювання, шліфування, травлення, тощо) для відновлення робочих характеристик.
5. Контроль якості: Перевірка відновлених компонентів відповідно до встановлених стандартів.
6. Збірка: Встановлення відновлених деталей назад у трансмісію.
7. Тестування: Проведення функціонального тестування трансмісії на спеціальних стендах.
8. Профілактичне обслуговування: Рекомендації щодо регулярного обслуговування для подовження терміну служби відновлених компонентів.

Ця технологія спрямована на підвищення надійності та ефективності роботи механізмів [5,6]. Кожен етап вимагає індивідуального підходу, залежно від типу пошкоджень, характеру трансмісії та матеріалів деталей.

Поліпшення поверхневих характеристик деталей

Для підвищення міцності та зносостійкості механічних компонентів трансмісії часто використовуються різні методи обробки поверхні. Основними з них є:

1. Ціанування: Хімічне нанесення захисного шару на металеву поверхню з метою покращення стійкості до корозії і зносу. Процедура включає підготовку поверхні, занурення деталі в ціанідний розчин та подальше нанесення покриття [6].

2. Цементування: Термічна обробка з нанесенням вуглецевого шару, що забезпечує високу зносостійкість і міцність деталей, що особливо важливо для зубчастих коліс та шестерень [6].

3. Карбуризація: Метод насичення поверхні деталей вуглецем для підвищення їхньої твердості та зносостійкості. Цей процес використовується для механічних компонентів, що зазнають інтенсивного зносу [6].

4. Нітрування: Насичення поверхні азотом для підвищення корозійної стійкості та зносостійкості. Нітрування ефективно використовується для підвищення міцності поверхні деталей, що експлуатуються в екстремальних умовах [6].

5. Хромування: Осадження хрому на поверхню деталей для підвищення їх міцності, стійкості до корозії та надання естетичного вигляду. Цей метод широко застосовується у відновленні пошкоджених деталей та їх захисту від подальшого зносу [6].

6. Гальванічне покриття: Осадження тонких шарів металу на поверхню деталей для захисту від корозії та покращення їхніх експлуатаційних характеристик.

Висновки: Технології відновлення та покращення механічних деталей трансмісії автомобілів мають важливе значення для продовження терміну їх

експлуатації та забезпечення надійної роботи автомобілів. Сучасні методи, такі як ціанування, карбуризація, цементування, нітрування, хромування та гальванічне нанесення покриттів, дозволяють не лише відновлювати пошкоджені деталі, але й підвищувати їхні експлуатаційні характеристики, зокрема стійкість до зносу, корозії та механічних навантажень. Залежно від типу деталей і умов їх експлуатації вибір конкретного методу потребує індивідуального підходу та професійної оцінки. Успішне застосування цих технологій вимагає дотримання технологічних процесів, контролю якості та забезпечення безпеки, що є ключовими факторами для досягнення довговічності й надійності відновлених механічних деталей.

Список використаної літератури

1. Трансмсія автомобіля. веб-сайт. URL: <https://autodocs.com.ua/journal/category/%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%> (дата звернення 19.09.2024)
2. Типи автомобільної трансмісії. веб-сайт. URL: <https://autoskup.com.ua/articles/typy-avtomobilnoyi-transmisiyi-korobky-peredach/> (дата звернення 19.09.2024)
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник Київ: Каварела. 2018. 552с.
4. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навчальний посібник Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.
5. Де проводити ремонт ходової для трактора john deere?: веб-сайт. URL: agrowestua.com/news/21-de-provoditi-remont-hodovoi-dlja-traktora-john-deer (дата звернення 19.09.2024).
6. Ремонт сільськогосподарської техніки в Україні: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizaciyni-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 19.09.2024).

Марина ШИНКАРУК¹⁶,
студентка 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

СУТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ІННОВАЦІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Анотація. У статті досліджено сутність і особливості інновацій у сільському господарстві як ключового фактора підвищення продуктивності та

¹⁶Науковий керівник – Ніцаков І.В., асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

стійкості агросектора. Розглянуто напрями агроінновацій, такі як точне землеробство, автоматизація процесів і штучний інтелект, та їхній вплив на оптимізацію ресурсів, підвищення врожайності й зниження екологічного навантаження

Ключові слова: агроінновації, точне землеробство, автоматизація процесів, впровадження штучного інтелекту (ШІ), дрони, робототехніка, автоматизація.

Annotation. The article examines the essence and features of innovations in agriculture as a key factor in enhancing productivity and sustainability. The main areas of agro-innovation, such as precision agriculture, process automation, and artificial intelligence, are analyzed for their impact on resource optimization, yield improvement, and reducing environmental impact.

Keywords: agro-innovations, precision agriculture, process automation, introduction of artificial intelligence (AI), drones, robotics, automation.

Вступ. Сектор сільськогосподарської робототехніки переживає значне зростання: у 2023 році розмір ринку вже досяг 13,5 мільярдів доларів США, очікується, що до 2028 року він досягне 40,1 мільярда доларів США, а загальний річний темп зростання становитиме 24,3%. Такий вражаючий прогрес пояснюється необхідністю вирішення ключових проблем, таких як нестача робочої сили в агропромисловості та зміна клімату.

Метою статті є дослідження сутності та особливостей інновацій у сільському господарстві, а також аналіз їхнього впливу на підвищення продуктивності, ефективності використання ресурсів та стійкість аграрного сектора. Стаття також спрямована на визначення основних напрямків агроінновацій і обґрунтування необхідності державної підтримки для їхнього успішного впровадження та адаптації до сучасних викликів.

Виклад основного матеріалу. Зростаючий попит на стійкі методи сільського господарства є ключовим рушієм впровадження інновацій. Фермери використовують автономні платформи для змінної норми внесення, що знижує негативний вплив на довкілля. Найпоширеніші серед них – обприскувачі для садових культур і самохідні косарки для прополки.

Поєднання автономних тракторів з автоматизацією, штучним інтелектом та Інтернетом речей дозволяє їм працювати цілодобово, уникати перешкод і підтримувати постійну швидкість, що підвищує врожайність і зменшує трудовитрати. Важливо, щоб усі зацікавлені сторони стежили за тенденціями роботизації сільського господарства та інтегрували їх у свої стратегії.

До основних факторів що впливають на впровадження інновацій в сільському господарстві відносять [1]:

- Стрімке зростання населення людей. Зростаюча кількість населення збільшує попит на продукти харчування, що стимулює фермерів до інтенсифікації виробництва та підвищення врожайності. Об задовольнити зростаючий попит, сільське господарство змушене впроваджувати новітні

технології, такі як точне землеробство, автоматизація та використання штучного інтелекту для підвищення ефективності виробництва.

- Дефіцит робочої сили. З кожним роком все менше людей шукають роботу в сільському господарстві. Тільки в ЄС за останні 10 років 2,5 мільйона працівників залишили сільськогосподарську галузь. Крім того, до 2030 року буде помічено щорічне скорочення зайнятості в сільському господарстві (як керівників, так і робітників) на 3%. Брак робочої сили призводить до значних економічних втрат, збільшення харчових відходів і загострення продовольчої безпеки. Через нестачу робочої сили на фермах було витрачено понад 73 мільйони доларів США, у тому числі 27 мільйонів доларів – витрачені фрукти та овочі в першому півріччі 2022 року.

- Зміни клімату та навколишнього середовища. Зміни клімату та погоди вже давно створюють серйозні проблеми для сільського господарства. Посухи, сильні опади, повені та прямий вплив клімату на воду та землю негативно впливають на врожай, худобу, ґрунт, водні ресурси, сільські громади та працівників сільського господарства. У відповідь на ці грізні виклики для фермерів життєво важливо прийняти нові технологічні рішення, особливо сільськогосподарську робототехніку. Завдяки цьому вони не тільки усувають поточні перешкоди, але й просувають сільське господарство вперед, сприяючи адаптації та гнучкості до майбутніх викликів.

- Розповсюдження технологій. Сільське господарство пережило три великі революції — від мисливства-збиральництва до осілого виробництва їжі. Від першого використання машин і хімікатів до підйому біоінженерії в другій половині минулого століття. Проте багато хто стверджує, що сільське господарство може зазнати ще однієї четвертої революції, спричиненої швидким технологічним прогресом, особливо в області штучного інтелекту та сільськогосподарських роботів, які можуть легко вирішувати різні проблеми, включно з трудовими та кліматичними проблемами.

З кожним роком у технічному співтоваристві зростає інтерес до досліджень роботизованих систем для застосування в сільському господарстві. Вчені, інженери та компанії по всьому світу працюють над вдосконаленням існуючих технологій і розробкою нових роботів для сільськогосподарських цілей.

Технічні драйвери для розробки сільськогосподарської робототехніки

Точне землеробство: напрямок точного землеробства є однією з ключових інновацій у сучасному сільському господарстві. Тому не дивно, що світовий ринок точного землеробства стрімко масштабується. Очікується, що до 2030 року він перевищить 26 мільярдів доларів. Технологія точного землеробства є життєздатним рішенням від прогнозованої продовольчої кризи та інструментом для підвищення сільськогосподарського виробництва.

Точне землеробство — це відносно новий підхід до управління сільським господарством з використанням технологій для оптимізації вирощування с/г культур. Зокрема, йдеться про такі рішення, як RTK, Big Data-аналіз, IoT-датчики тощо. Вони дають змогу фермерам моніторити ситуацію на полях й

приймати рішення на базі даних у реальному часі. Такий підхід до ферми гарантує, що рослини отримують саме те, що їм необхідно для оптимального росту [2].

Поняття точного, або ж прецизійного землеробства почало активно розвиватися наприкінці 20 століття, у 80-90-х роках. Підхід передбачає використання таких базових технологій:

1. Технологія змінних норм (variable rate technology) — контроль кількості вкладених ресурсів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, контролерів і системи DGPS.

2. Відбір проб ґрунту за допомогою GPS для аналізу складу поживних речовин, рівня рН та інших даних.

3. Комп'ютерні програми допомагають створювати точні плани фермерських господарств, карти полів, аналіз врожаю, карти врожайності та визначати точну кількість необхідних ресурсів.

4. Технологія дистанційного зондування — на основі даних з дронів і супутників визначають фактори, які можуть спричинити стрес у врожаю в певний час, а також оцінюють кількість вологи в ґрунті.

Одна з найбільших у світі сільськогосподарських компаній Syngenta, перетворює традиційну сільськогосподарську сферу на точне землеробство, використовуючи дані на основі даних у поєднанні з робототехнікою. Компанія використовує дрони, оснащені потужними камерами та датчиками. Пристрої сканують поля посівів і створюють зображення високої чіткості, надаючи наймовірні дані. Їхні польові випробувальні майданчики оснащені датчиками навколишнього середовища для збору даних про погоду, ґрунт, шкідників і хвороби, щоб використовувати цю інформацію на благо виробників. Використовуючи всі можливі знання, вони прагнуть не залишити жодних даних.

Інтернет речей (Internet of Things або IoT): Інтернет речей (IoT) — комплекс пристроїв, що взаємодіють між собою за допомогою мережі зв'язку. IoT дозволяє відстежувати роботу різних систем у реальному часі, миттєво аналізувати дані та вносити зміни.

Історично розвитку цифрових технологій у сільському господарстві заважали проблеми з підключенням і висока вартість. Однак із швидким розвитком мобільних мереж та інтеграцією супутникових мереж із мобільними, які забезпечують покриття будь-де, а також падінням цін на датчики з'явилися кращі можливості. Тепер доступні пристрої IoT, пов'язані з програмним забезпеченням для сільського господарства та роботами, дозволяють фермерам збирати та аналізувати дані та отримувати практичну інформацію на основі даних [3].

Існує багато типів датчиків Інтернету речей для сільського господарства, а також загальні моделі застосування IoT у сільському господарстві:

1. Моніторинг кліматичних умов. Найпопулярніші розумні гаджети для сільського господарства — метеостанції, що поєднують різні датчики для смартземлеробства. Вони розташовані по всьому полю, збирають різні дані з навколишнього середовища і відправляють їх до хмарного сховища. Зібрані дані

можуть використовуватися для картографування кліматичних умов, вибору відповідних культур і прийняття необхідних заходів для покращення їхньої продуктивності.



Рис. 1. Метеостанція IMETOS

2. Автоматизація теплиць. Зазвичай аграрії використовують ручне керування для контролю середовища в теплицях. Використання датчиків IoT дозволяє їм отримувати точну інформацію в режимі реального часу про умови в теплицях, такі як освітлення, температура, стан ґрунту та вологість. Крім отримання даних навколишнього середовища, метеостанції можуть автоматично налаштовувати умови для відповідності заданим параметрам. Зокрема, системи автоматизації теплиць використовують подібний принцип.

Наприклад: Farmapp і Growlink також є продуктами IoT для аграрної галузі, що пропонують такі можливості.

3. Управління врожаєм. Ще один тип продукту Інтернету Речей в сільському господарстві та ще один елемент точного землеробства – це пристрої для управління врожаєм. Як і метеостанції, їх слід розташовувати на полі для збору специфічних даних для вирощування культур: від температури та опадів до потенціалу вологи листків та загального здоров'я врожаю.

Arable і Semios можуть слугувати хорошими прикладами того, як це може бути застосовано на практиці.

4. Точне землеробство. Точне землеробство полягає в оптимізації та прийнятті ефективних рішень на основі отриманих і проаналізованих даних. Це також один з найрозповсюдженіших та ефективних застосувань Інтернету речей у сільському господарстві.

За допомогою датчиків IoT аграрії можуть збирати великий набір метрик на кожному аспекті мікроклімату та екосистеми поля: освітлення, температура, стан ґрунту, вологість, рівень CO₂, хвороби та шкідники. Ці дані дозволяють розрахувати оптимальні обсяги добрив, ЗЗР, інших агроресурсів та уникнути зайвих витрат.

Наприклад: ScorX створює датчики ґрунту IoT, які вимірюють вологість, температуру та електропровідність, щоб наблизитися до забезпечення більшості унікальних потреб кожної культури. У поєднанні з геопросторовими даними ця

технологія допомагає створювати точні карти ґрунту для кожного поля.



Рис. 2. Датчики для ґрунту IoT від CropX

5. Сільськогосподарські безпілотники. Можливо, одним з найбільш перспективних досягнень агротехніки є використання агро дронів у смартземлеробстві. Також відомі як безпілотні повітряні літальні апарати (БПЛА), безпілотники краще виконують роботу зі збору сільськогосподарських даних, ніж літаки та супутники.

DroneSeed, створює агродрони для посадки дерев у зруйнованих зонах. Використання таких безпілотників ефективніше в 6 разів, ніж людська праця. БПЛА Sense Fly eBee SQ використовує мультиспектральний аналіз зображень для оцінки стану здоров'я культур і має доступну ціну.

6. Прогнозування аналітики для смартземлеробства. Точне землеробство і прогнозування аналітичних даних йдуть пліч-о-пліч. Хоча технології IoT та смартдатчиків – це скарбниця даних, що надходять у реальному часі, використання аналітики допомагає зробити ці дані зрозумілими та зробити важливі прогнози: час збору врожаю, ризики щодо хвороб і заражень шкідниками тощо. Інструменти аналізу даних допомагають сформуванню сільське господарство більш керованим та передбачуваним.

Наприклад, платформа Crop Performance допомагає аграріям отримувати доступ до розрахованого обсягу та якості врожаю заздалегідь, а також до вразливості культур перед небажаними погодними умовами, такими як повені або посухи. Платформа також дозволяє оптимізувати надходження води та поживних речовин для кожної культури, а також вибирати параметри структури врожаю для покращення його якості.

7. Системи управління сільським господарством «від початку до кінця». Більш складний підхід до продуктів IoT у сільському господарстві може бути представлений, так званими системами управління продуктивністю ферми. Зазвичай вони охоплюють кілька сільськогосподарських пристроїв Інтернету речей та датчиків, встановлених на території, а також потужну панель управління з аналітичними можливостями та вбудованими функціями обліку/звітності.

Це надає можливість для віддаленого моніторингу ферми та дозволяє оптимізувати більшість бізнес-операцій. Подібні рішення представлені від BushelFarm та Cropwise.

8. Роботи та автономні машини. Інновації в галузі робототехніки також пропонують перспективне майбутнє в галузі автономних машин для сільського господарства. Деякі фермери вже використовують автоматизовані комбайни, трактори та техніку та транспортні засоби, які можуть працювати без управління людини. Такі роботи можуть виконувати рутинні, складні та трудомісткі завдання.

Наприклад: сучасні агроботи включають автоматизовані трактори, які можуть працювати на призначених маршрутах, надсилати повідомлення, починати роботу в запланований час тощо. Такі трактори працюють без оператора. Bear Flag Robotics – одна з компаній, яка працює над такою технологією наразі.

Штучний інтелект у сільському господарстві: Штучний інтелект використовується в агропромисловості майже сорок років, але його інтеграція в роботів зробила його однією з найперспективніших технологій. Інтегрований з пристроями Інтернету речей, супутниками, камерами та датчиками, штучний інтелект допомагає роботам ефективніше виконувати завдання. Його основні підмножини – машинне навчання (ML) і глибоке навчання (DL) – активно застосовуються в сільському господарстві. Машинне навчання використовується для прогнозування врожайності, а глибоке навчання – для моніторингу шкідників і хвороб. Наприклад, John Deere використовує цю технологію для точкового обприскування бур'янів. Штучний інтелект допомагає контролювати, діагностувати та оптимізувати аграрні операції, забезпечуючи фермерів даними в реальному часі [4].

Автоматизація процесів. Роботи в сільському господарстві: Робототехніка — це дисципліна, яка поєднує програмне забезпечення, механічну та електротехніку для забезпечення точності й автоматизації. Роботи виконують багато ролей у сільському господарстві. У полі вони відповідають за моніторинг умов і внесення добрив під час збирання врожаю; у тваринництві вони виконують такі завдання, як вимірювання раціонів корму до доїння. Роботи також сприяють підтримці оптимальних умов у теплицях, очищаючи навколишнє середовище та спостерігаючи за ростом рослин і зараженням.

Agro Intelligence ApS у співпраці з RoboVeg Ltd представляє кардинальний RoboVeg Robotti, який отримав срібну медаль Agritechnica Innovation Silver Medal Award 2022. У цій машині для збирання брокколі ідеально поєднуються потужний польовий робот із тонким збиранням урожаю RoboVeg.



Рис. 3. Кардинальний RoboVeg Robotti

Оснащений двома потужними двигунами, високоточними 2D-камерами та 3D-сенсорами, він має роботизовані руки, які швидко й ефективно збирають брокколи, збираючи вражаючі 2400 одиниць на годину порівняно з ручною швидкістю 300-360 одиниць.

У співпраці з Tevel Aerobotics Technologies компанія Kubota створили новаторську автоматизовану систему збору фруктів. Вирішуючи глобальні проблеми нестачі робочої сили у фруктовому господарстві, ця система ідеально поєднує літаючого автономного робота Tevel (FAR™) із передовою сільськогосподарською технікою Kubota. Використовуючи штучний інтелект, ці дрони можуть розпізнавати стиглі фрукти та забезпечувати їх точний і дбайливий збір, при цьому зменшуючи кількість відходів і збільшуючи врожайність на 20%. Створений для гнучкості, він може адаптуватися до різних розмірів ферм і інтегруватися з традиційними методами збору врожаю. Ця інновація обіцяє більш ефективне та стійке майбутнє для фруктових ферм.



Рис. 4. Kubota Germany GmbH - автоматизована система збору фруктів

Компанія New Holland Agriculture представила свою інноваційну систему автоматизації прес-підбирачів, яка відкриває шлях до повністю автоматизованого землеробства. Визнана срібною медаллю за інновації у 2022 році Німецьким сільськогосподарським товариством DLG, ця система робить пресування простішим та ефективнішим.

Він використовує найсучасніші датчики Lidar та інерціальні вимірювальні пристрої для забезпечення автоматичного спрямування валка та керування. Він максимізує продуктивність, дозволяючи операторам встановлювати бажану вагу

тюка, а система автоматично адаптується, щоб забезпечити постійні високоякісні тюки. GPS трактора підвищує точність наведення, ще більше підвищуючи ефективність.



Рис. 5. Lectura Press

Ця система пресування без використання рук не тільки підвищує комфорт і безпеку оператора, але й оптимізує економію палива. Завдяки здатності запобігати перевантаженню прес-підбирача, він забезпечує безпроблемну роботу, роблячи землеробство ефективнішим і легким [5].

Висновок: Сільське господарство на порозі нової революції, що характеризується стрімким впровадженням інноваційних технологій, таких як точне землеробство, автоматизація, штучний інтелект та Інтернет речей (ІоТ). Ці технології сприяють підвищенню продуктивності, зниженню впливу на довкілля та адаптації до сучасних викликів, таких як зміна клімату та дефіцит робочої сили. Успішна інтеграція цих інновацій можлива за умови державної підтримки та активної співпраці всіх зацікавлених сторін. Таким чином, майбутнє аграрного сектора залежить від здатності адаптуватися до технологічних змін, що, у свою чергу, забезпечить стійкий розвиток та продовольчу безпеку.

Список використаних джерел

1. Які тренди сільськогосподарської робототехніки вам варто застосувати і чому. *Infopulse* : веб-сайт. URL: <https://www.infopulse.com/blog/agricultural-robotics-drivers-trends> (дата звернення: 27.08.2024).

2. Точне землеробство в Україні: що це таке, особливості, як розпочати. *Agroapp* : веб-сайт. URL: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/tochne-zemlerobstvo-v-ukraini-shcho-ce-take-osoblivosti-yak-rozpochati> (дата звернення: 28.08.2024).

3. Інтернет речей (ІоТ) в сільському господарстві: 9 прикладів використання технологій для точного землеробства (і виклики, які слід врахувати). *Agri Lab* : веб-сайт. URL: <https://www.agrilab.ua/internet-rechej-iot-v-silskomu-gospodarstvi-9-prykladiv-vykorystannya-tehnologij-dlya-tochnogo-zemlerobstva-i-vyklyky-yaki-slid-vrahuvaty/> (дата звернення: 28.08.2024).

4. Кучмієва Т. С., Мороз Т. О., Шешунова А. В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Modern Economics*. 2023. № 39(2023). С. 69-74. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V39\(2023\)-10](https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-10)

5. 20 інновацій у сільському господарстві, відзначених нагородами. *Triangle IP* : веб-сайт. URL: <https://triangleip.com/20-award-winning-agricultural->

Анатолій СЛОБОДЯНЮК¹⁷,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

КЛАСИФІКАЦІЯ ІНОЗЕМНИХ ДВИГУНІВ

***Анотація.** Двигуни оточують нас повсюди від кухонного комбайна до літака. Ця тема охоплює систематизацію різних типів двигунів, що використовуються для автомобілів та інших пристроїв виготовлених закордоном. Групування як за принципом роботи, так і за типом палива. Сфери застосування також є невід'ємною частиною систематизування двигунів. В роботі розглядаються інноваційні технології в області двигунобудування, включаючи розробки в сферах: альтернативного палива, вдосконалення систем управління, впровадження нових технологій і матеріалів. Що повинно привести до підвищення екологічності і ефективності двигунів.*

***Ключові слова:** двигун, двигунобудування, паливо, система управління, ефективність.*

***Annotation.** Motors surround us everywhere from the food processor to the airplane. This topic covers the systematization of different types of engines used for cars and other devices manufactured abroad. Grouping both by the principle of operation and by the type of fuel. Applications are also an integral part of the systematization of engines. The paper considers innovative technologies in the field of engine construction, including developments in the areas of alternative fuels, improvement of control systems, and the introduction of new technologies and materials. This should lead to an increase in the environmental friendliness and efficiency of engines.*

***Key words:** engine, engine building, fuel, control system, efficiency.*

***Вступ.** З кожним роком розповсюдження двигунів зростає, разом з цим підвищуються і вимоги до них. Це спричинено не тільки прагненням підвищити ефективність двигунів, а й зниженням їх шкоди для довкілля. Наразі галузь двигунобудування є однією з ключових галузей інженерії через вплив на життя, довкілля та промисловість.*

На наш час іноземні виробники двигунів займають провідну ролі в індустрії світу. Їх рішення інноваційні, а моделі відповідають найвищим стандартам якості. У зв'язку з цим і виникає необхідність у систематизації

¹⁷Науковий керівник – Рябошапка В.Б., к.т.н., старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу

різноманітних типів двигунів, що розробляються та виготовляються за межою країни, для кращого розуміння і використання двигунів.

Мета досліджень. Класифікація іноземних двигунів на основі їх технічних характеристик, палива та сфер використання. Аналіз тенденції їх подальшого розвитку. Це дослідження сприяє глибшому розумінні стану двигонобудування на сьогоднішній день і подальшого розвитку цієї сфери, що є важливим для студентів, інженерів, вчених, науковців і звичайних людей, які пов'язані з цією сферою.

Завдання досліджень:

1. Класифікація двигунів за принципом роботи і типом палива.
2. Інновації у сфері двигонобудівництва.
3. Визначення переваг і недоліків різних типів двигунів.

Об'єкт дослідження – різні типи двигунів, зроблених та виготовлених іноземними виробниками. Це включає електродвигуни, двигуни внутрішнього згорання, гібридні та інші типи двигунів, що використовуються наразі.

Предмет дослідження – технічні характеристики, особливості, сфери застосування та принципи роботи різних типів іноземних двигунів, а також інновації у цій сфері.

Дослідження проводилися за загальноприйнятими науковими та спеціальними методами [5].

Виклад основного матеріалу: Класифікація двигунів є одним з важливих етапів дослідженні сфер використання і технічних характеристик [1].

1) Класифікація за типом палива.

ДВЗ (Двигуни внутрішнього згорання) – це різновид теплового двигуна, у якому паливо згорає прямо в середині двигуна. Це первинний двигун, який перетворює енергію згорання в механічну роботу. Вони поділяються за типом палива:

1. Бензинові двигуни: ці двигуни використовують бензин як паливо (рис. 1). За їх системою запалення використовується призначена для цього паливо-повітряна суміш. Підпал здійснюється за допомогою електричному заряду між двома електродами які підведенні до напруги 18000 – 20000 В. Ці двигуни типові для легкових автомобілів, мотоциклів і деяких невеликих вантажівок. Бензинові двигуни також класифікуються, наприклад, за типом палива, моторного масла, кількості чи розташування циліндрів, частотою обертання чи способом охолодження. Вперше такий двигун винайшов Ніколас Отто у 1876, а вже через десять років його використали у автомобілі німецькі інженери.

2. Дизельні двигуни: Використовують як паливо дизель. Для цих двигунів характерне згорання палива за рахунок стиснення, де паливна суміш самозаймається при високій температурі. Використання цих двигунів популярне у важких автомобілях, вантажівках, позашляховиках та промислового обладнанні. Між собою ці двигуни класифікуються за етапністю процесів. Першовідкривачем є Рудольф Дізель, в честь якого двигун і отримав назву. Відкриття відбулось у 1893 році.

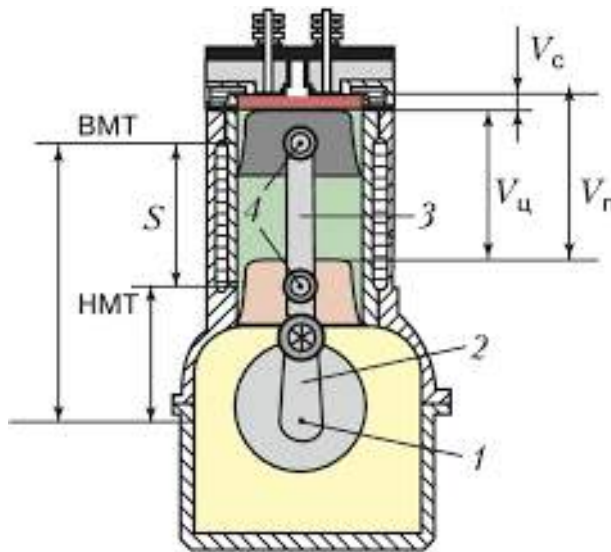


Рис. 1 Двигун внутрішнього згорання

3. Газові двигуни (рис. 2): Використовують в якості палива стиснутий природний газ (CNG) зжатий до 200 – 250 бар, або спеціальний нафтовий газ (LPG). Ці двигуни можуть бути модифікацією від дизельних чи бензинових. Через ступінь зтиснення газу у нього більш повне і правильне вигорання ніж у бензинового чи дизельного палива. Ці двигуни класифікуються між собою за типом запалення, конструкцією чи способом подачі палива. Такий двигун вперше винайшов Томас Мід.

Також є інші види двигунів:

1. Електродвигуни - це двигуни, машина яка перетворює електричну енергію на механічну шляхом створення магнітного поля, яка змушує частини рухатись. Вони не потребують згорання палива, тому є більш екологічними на перший погляд. Ці двигуни набули широкого використання в усіх сферах життя. Ці двигуни поділяються на такі типи: постійного струму, змінного струму, синхронний, асинхронний. У 1834 році Герман Якобі вперше відкрив такий двигун для практичного використання і постійного струму, але вже в 1888 Нікола Тесла обґрунтував принцип побудови двофазного двигуна із зміним струмом.

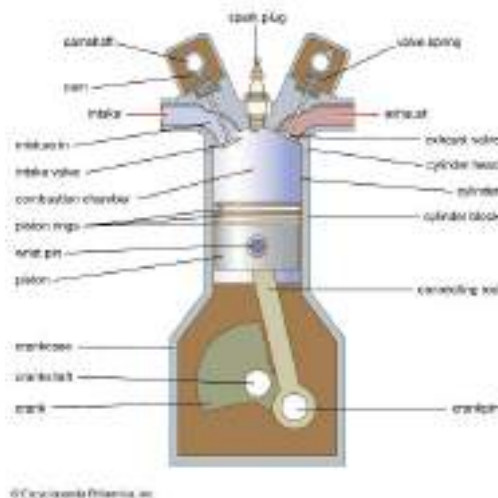


Рис. 2 Схема газового двигуна

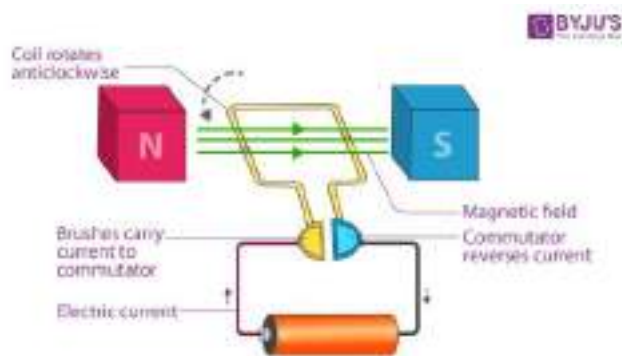


Рис. 3 Схема електродвигуна

2. Гібридні(рис. 4) - двигуни цього типу використовують систему електродвигун – двигун внутрішнього згорання», вони споживають як і пальне так і заряд електроакумулятора. Все це забезпечує їм підвищену ефективність. Такі двигуни поділяються на: м'які та повні гібриди, паралельні та серійні гібриди, а ще Гібриди з можливістю підключення до електромережі. Такий двигун був вперше використаний у автомобілебудуванні Фердинандом Порше у 1901 році.

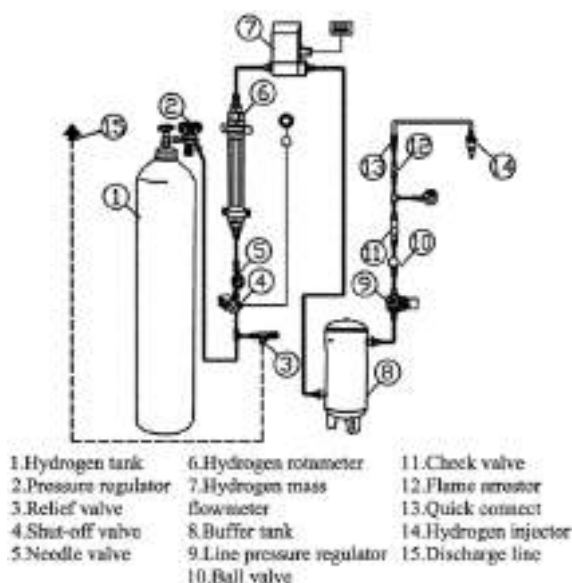


Рис. 4 Схема гібридного двигуна

3. Альтернативні двигуни – вони використовують менш поширене паливо.

Водневі двигуни - різновид двигунів, де для отримання енергії використовують водень. Двигун складається з двох частин генератор енергії і сам електродвигун. Цей тип двигунів є одним з найбільш респектабельним на наш час, хоча вперше їх було винайдено лише у 1970 – 1980-х роках. Однак через складність конструкції і доступності інших палив цей механізм так і не був розвинутий та це був лише перший проміжний тип. Другий є скоріш гібридом але має ККД 90 – 95 % на відміну від бензинового (35 %) або дизельного (50 %). Третій(або справжній) тип водневих двигунів набув поширення лише у XXI столітті і може мети п'яти-шести значну перевагу проти звичайного автомобіля [4].

Існують і інші менш поширені типи альтернативних двигунів [2].

Класифікація за конструкцією.

1. Атмосферні двигуни не мають системи примусового наддуву і працюють за допомогою природного всмоктування повітря. Вони мають простішу конструкцію і механічних навантажень, але через це поступаються турбованим аналогам у динаміці та потужності.

2. Турбодвигуни оснащені особливою системою турбонаддуву, яка штучно подає більше повітря в камеру згоряння, що дозволяє збільшити потужність без значного збільшення об'єму самого двигуна. Сучасні автомобілі зазвичай оснащуються турбованими двигунами для покращення продуктивності при збереженні економії палива.

3. Роторні двигуни (або двигуни Ванкеля) використовують ротор замість поршнів для згоряння палива. Ця конструкція значно зменшує розміри двигуна, зберігаючи високу потужність. Однак через специфічну форму і рух ротора такі двигуни мають дещо інші характеристики порівняно з іншими. Вони є досить компактні, зберігають потужність, проте у них високий рівень зносу та висока витрата пального та моторного масла, вони такої ж складнішими у обслуговуванні.

4. Опозитні двигуни мають циліндри, розташовані один проти одного. Це забезпечує рівномірний розподіл маси, що зменшує вібрації. Такий тип двигуна часто використовується в автомобілях Subaru і спортивних моделях Porsche. Однак у них важчий доступ до компонентів двигуна для обслуговування, вища вартість виробництва і ремонту.

5. V-подібні двигуни: у цій конструкції циліндри утворюють V-подібну форму з однаковою кількістю циліндрів по обидва боки. Вони потужні та присутні майже у всіх високопродуктивних автомобілях. Ці двигуни мають деякі переваги перед прямими конкурентами. Виробники можуть додавати більшу кількість циліндрів, зберігаючи при цьому доволі компактний розмір. Такі двигуни все ще можуть отримати високу потужність, навіть при своїй компактності.

2) Класифікація за екологічними стандартами

У Більшості країн світу застосовуються жорсткі стандарти у сфері екології, які регулюють кількість шкідливих викидів у навколишнє середовище. Найпоширеніші стандарти:

1. Euro – це європейський екологічний стандарт, що встановлює допустимі норми викидів для нових автомобілів. Наразі діє стандарт Euro 6.

2. EPA – це американський стандарт, встановлений Агентством з охорони довкілля США, який регулює рівень викидів шкідливих речовин.

Перевали і нодоліки різних типів двигунів:

1. Водневі двигуни

Переваги: відсутність викидів в атмосферу, безшумність, високе ККД, швидке заправлення.

Недоліки: висока вартість, відсутність інфраструктури, небезпека.

2. Бензинові двигуни

Переваги: простота конструкції, поширення, доступність.

Недоліки: високі викиди шкідливих речовин, низька ефективність, висока втрата палива, менший термін служби, шум.

3. Дизелеві двигуни

Переваги: економічність, поширення, доступність, високий крутний момент, довговічність.

Недоліки: вартість обслуговування, довготривалий прогрів, високі викиди шкідливих речовин.

Висновок: Класифікація двигунів дозволяє чітко зрозуміти їх переваги, недоліки та різницю між ними. За її допомогою можна точно визначити який двигун потрібен і чому обрати маємо саме його. Нові типи двигунів мають багато переваг над старими, але їх поширення і можливість інфраструктури робить їх не надто зручними. Вони екологічні, але дорожчі і важчі у обслуговуванні.

Загалом іноземні компанії продовжують проводити дослідження по покращенню і впровадженню новітніх технологій для підвищення їх ефективності і екологічності. Ці дослідження стануть ключем до забезпечення сталого розвитку у сфері двигунобудівництва [3].

Ці висновки доводять важливість досліджень у цій сфері для подальшої адаптації новітніх двигунів, що проведе до зниження шкоди екології.

Список використаних джерел

1. Коваленко, О.С., Деркач Ю.Ф., Колосков В.Ю., Кондратенко О.М. Екологізація ДВЗ. *Двигуни внутрішнього згоряння*: науково-технічний журнал. Київ. НТУ «ХП». 2020. №2. С. 46-58 (дата звернення 28.08.2024).
2. Кхаджепур А., Сабер Фаллах М., Гудзарі А. Електричні та гібридні транспортні засоби: технології, моделювання та керування - мехатронний підхід: посібник. 2020. 432 с. (дата звернення 30.08.2024).
3. Робер Бош Автомобільний довідник Bosch: довідник. 2019. №10. 1750 с. (дата звернення 15.08.2024).
4. Загірняк М.В., Невзлін Б.І. Електричні машини: підручник. 2009. №2. 400с. (дата звернення 30.08.2024).
5. Крейт Ф., Йогі Госвами Д. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії: довідник. 2007. №1. 674 с. (дата звернення 02.09.2024).
6. Ганесан В. Двигуни внутрішнього згоряння: посібник. 2024. №4. 765 с. (дата звернення 15.08.2024).

Максим СТЕПАНЕНКО¹⁸,
Студент 2-го курсу,
Інженерно-технічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ В АГРАРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Анотація: Стаття присвячена аналізу ролі біопалива в аграрній промисловості, його переваг та викликів, з якими стикається галузь. Окрему увагу приділено питанням сталого виробництва біопалива, його впливу на навколишнє середовище. Розглянуто основні види біопалива, включаючи біодизель та біоетанол, а також їхнє використання в сільському господарстві для зниження викидів парникових газів і залежності від викопного палива. Висвітлено перспективи розвитку біопаливної галузі в умовах сучасних глобальних викликів, зокрема змін клімату та підвищення попиту на енергоресурси.

Ключові слова: біопаливо, навколишнє середовище, енергоресурс, біодизель, біоетанол, перспективи, розвиток, ефективність.

Annotation: The article is devoted to the analysis of the role of biofuel in the agricultural industry, its advantages and challenges faced by the industry. Particular attention is paid to the issues of sustainable biofuel production, its impact on the environment and the economy. The main types of biofuels, including biodiesel and bioethanol, are considered, as well as their use in agriculture to reduce greenhouse gas emissions and dependence on fossil fuels. The prospects for the development of the biofuel industry in the context of modern global challenges, including climate change and increased demand for energy resources, are highlighted.

Keywords: biofuel, environment, energy resource, biodiesel, bioethanol, prospects, development, efficiency.

Вступ: Біопаливо є одним із перспективних напрямів розвитку сучасної енергетики, який має значний потенціал для аграрної промисловості. В реаліях зростання світового попиту на енергоносії та необхідності зменшення залежності від традиційних викопних ресурсів, біопаливо стає важливою альтернативою. Використання біомаси та відходів сільськогосподарського виробництва для отримання енергії не тільки знижує рівень викидів парникових газів, але й сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів у агросекторі. У даній статті розглянуто роль біопалива в аграрній промисловості, його основні види, переваги та виклики, а також перспективи розвитку в умовах сталого сільського господарства [1].

¹⁸Науковий керівник – Труханська О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

Мета: Аналіз сучасного стану, перспектив і викликів впровадження біопалива в аграрному секторі.

Виклад основного матеріалу: Біопаливо це паливо, отримане та вироблене з органічних матеріалів, таких як рослини та їх залишки (деревина, сільськогосподарські культури, відходи, тощо), яке може бути використане для виробництва енергії в біоенергетиці.

Біопаливо виробляється за допомогою сучасних технологічних процесів із біомаси, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта й вугілля, вироблених в результаті дуже повільних геологічних процесів. Подібно до вугілля й нафти, біомаса - це форма збереженої сонячної енергії. Одна перевага біологічного палива в порівнянні з іншими типами палива це те, що воно повністю розкладається мікроорганізмами, і тому відносно безпечно для довкілля [2].

Сільськогосподарська продукція, яку вирощують для використання як біопаливо, включає кукурудзу, сою, льон, ріпак, цукрову тростину й пальмову олію. Розкладена мікроорганізмами продукція промисловості, сільського господарства, лісового господарства та побутові відходи також можуть використовуватися для отримання біоенергії, наприклад, солома, лісоматеріал, побічні продукти сільського господарства та харчові промисловості, стічні води й харчові відходи [3].

За допомогою новітніх технологій, біопаливо отримують зі спеціально підібраних водоростей, дріжджів та інших мікроорганізмів. Більше того, такі мікроорганізми спеціально модифікують методами генетичної та клітинної інженерії задля збільшення ефективності та зменшення витрат у виробництві біопалива.

Біопаливо поділяють на тверде, рідке і газоподібне. Тверде паливо - це традиційні дрова (часто у вигляді відходів деревообробки) і паливні гранули (пресовані дрібні залишки деревообробки) та залишки рослинності [4]

Рідке паливо - спирти (метанол, етанол, бутанол), ефіри. Біодизель виготовляється з рослинних олій або жирових кислот і може використовуватися в дизельних двигунах. Він популярний в автомобільній промисловості та може бути більш екологічно чистим в порівнянні з традиційним дизельним паливом [4].

Біоетанол виробляється з рослин, зазвичай з кукурудзи чи цукрового тростини. Він використовується як біопаливо для бензинових двигунів та може допомогти знизити викиди парникових газів. Біобутанол - спирт бутиловий, виготовлений з біомаси, який може бути використаний в карбюраторному і інжекторному двигуні внутрішнього згорання як у чистому вигляді, так і в сумішевому паливі. Може використовуватись в незміненому бензиновому двигуні. На відміну від етанолу, біобутанол є більш калорійним та менш затратним у виробництві, і, як біоетанол, біобутанол можна виробляти з кукурудзи, пшениці, цукрових буряків, цукрової тростини, сорго та інш. Біомазут - вид біопалива, виготовлений з біомаси, такої як солома, деревина, лушпиння з кукурудзи, сіно і інші органічні матеріали. Біомазут

використовується для опалення та генерації тепла в побуті та промисловості. Може бути перспективним для тих регіонів, де доступна велика кількість біомаси. Газоподібне паливо - різні газові суміші з чадним газом, метаном, воднем, які отримуються внаслідок термічного розкладання сировини у присутності кисню (газифікація), без кисню (піроліз) або при мікробному зброджуванні (ферментації). Біогаз виробляється з органічних матеріалів, таких як органічні відходи і рослинні залишки. Він може бути використаний для генерації електроенергії та палива для автомобілів. Біогаз вважається перспективним в аспекті виробництва енергії з відходів. Біометан - це природний газ, компонент біогазу, вироблений з органічних матеріалів. Його використовують як заміник природного газу у побуті та промисловості. Він є чистим джерелом енергії та може допомогти знизити залежність від видобутку природного газу. Біоводень біопаливо, яке виробляється за допомогою мікроорганізмів, які виробляють водень з біомаси відходів або інших органічних матеріалів; часто разом з біобутанолом. Біоводень може бути використаний як джерело водню для електрогенераторів, або у водневих двигунах і системах, водневих авто чи іншій техніці на водневій енергетиці (рис. 1) [4-6].

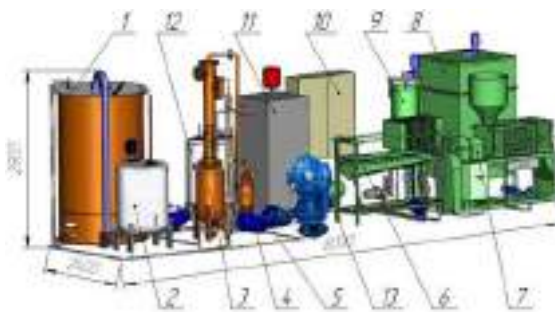


Рис. 1. Обладнання та основні вузли заводу з виробництва дизельного біопалива або біодизеля : 1 - реактор; 2 - ємність для суміші метанолу та КОН; 3 – апарат ректифікації; 4 – адсорбер; 5 – вакуум-насос; 6 – фільтр-прес; 7 - віджимний прес; 8 - ємність для накопичення олії; 9 – відстійник; 10 – шафа управління; 11 - водонагрівач; 12 – ємність для води; 13 – сепаратор.

Основною відмінністю та екологічною перевагою біодизельного палива є його біорозкладання, відновлювання, екологічна чистота, біологічна нешкідливість, очищення ґрунтів від радіонуклідів та ін. Відходи виробництва ріпакової олії також використовують на корми для тварин. Однією із властивостей такої культури як ріпак є те, що 1 га ріпаку у фазі росту може поглинати близько 20 т вуглецю за сезон [7].

Рейтинг країн ЄС, у яких успішно розвивається відновлювальна енергетика, представлено такими країнами, як Фінляндія, Швеція, Австрія, Франція, Німеччина. Водночас, серед виробників рідкого палива (біодизелю та біоетанолу) у ЄС першість отримують Німеччина, Італія, Франція та Чехія. Усього у цих країнах Західної Європи було вироблено 4,23 млн т. біодизельного палива. Європейська економічна комісія ухвалила резолюцію про переведення до 2020 р. 20 % європейського автотранспорту на біопаливо [7].

Низка українських компаній у Вінницькій, Чернівецькій, Тернопільській,

Львівській областях випускають дослідні партії біодизелю. Однак процес не набув ще промислового характеру [7, 8].

Переваги та недоліки біопалива:

1. Для виробництва біодизелю придатні всі рослинні олії, що не висихають.

2. Витратна ефіризація олії.

3. Посівні площі ріпаку обмежені і продуктивність його ще не висока.

Біопаливо виробляють із рослинної сировини, кількість якої обмежується зростаючими потребами харчової промисловості.

4. Із-за наявності в біодизельному пальному кисню воно має гірші енергоємні характеристики порівняно з його вуглеводневим аналогом. Це позначається на ефективності використання біопалива, особливо в холодну погоду.

5. Використання біодизельного палива не дає гарантії зменшення викидів в атмосферу токсичних і парникових газів. Викиди від згоряння біо-палива, виготовленого з кукурудзи або насіння ріпаку, є більш руйнівними для атмосфери планети, ніж викиди від згоряння аналогічної кількості нафти і газу. Біопаливо створює від 50% до 70% парникових газів, які призводять до нагрівання атмосфери.

6. Гомогенна технологія виробництва біодизелю має недоліки. Отриману суміш продуктів необхідно розділяти, нейтралізувати і ретельно промивати. Технологія передбачає утворення великої кількості солей, мила і стічних вод, які необхідно утилізувати. Гліцерин — побічний продукт виробництва біодизелю пропонують або закопувати в землю (як добриво) або спалювати.

7. Проблеми зі збутом гліцерину. Споживачів гліцерину в Україні майже немає, а західним ринкам такий гліцерин потрібний лише після очищення. Метиловий ефір, що міститься у гліцерині, може потрапити в ґрунтові води або атмосферу. Все це підвищує собівартість біодизелю, що зменшує конкурентоспроможність цієї технології.

8. Олія з ріпаку має показник свіжості — «кислотне число», — міра згіркості. Термін зберігання біодизелю — не більше 3 місяців, що обмежує його використання.

9. Біодизель не можливо транспортувати трубопроводом, і тому сировину можна транспортувати в точку продажу за допомогою залізничних вагонів або вантажних автомобілів. Це підвищує вартість, а також загальний попит на транспортну систему.

10. Підвищена витрата (до 9%) порівняно зі споживанням палива, виробленого з нафти.

11. Біодизель є дорожчим за звичайний бензин. Взимку, за мінусових температур, у чистому вигляді біодизельне паливо перестає текти по трубах і шлангах, може засмітити двигун, насоси і фільтри [7,8].

Як відомо, біодизельне паливо агресивніше щодо гумових та полімерних деталей двигунів, ніж звичайне нафтове; внаслідок потрапляння на лакофарбове покриття кузова біопаливо треба якнайшвидше витерти, бо воно досить швидко роз'їдає його верхній шар.

Крім цього, біопаливо дещо змінює техніко-експлуатаційні параметри роботи дизельних двигунів. Потужність двигуна під час роботи у номінальному режимі з використанням біопалива знижується на 6-8%. Разом з цим витрата палива зростають приблизно на 5-8%. Біодизельне паливо досить широко використовують у багатьох країнах Європи та світу. Його використання у чистому вигляді потребує чималих додаткових капіталовкладень. Тому в більшості країнах практикують змішування нафтового дизельного палива з ріпаковою олією або ж використовують як добавку (від 5 до 30 %) до традиційного дизельного палива [9].



Рис. 2. Науково-технічна програма "Біосировина" [4]

Перспективним напрямом впровадження відновлюваної енергії на транспорті також є виробництво та споживання біометану. До 2050 р. потенціал виробництва біогазу як моторного палива може збільшитися до 4,7 млн т н.е./рік головним чином за рахунок використання покривних культур як сировини для одержання біогазу (рис. 3) [9].

№ п/п	Культура	Висота стовпа (т/га)		Висхідність до поверхні (м)
		а	б	
1	Цвітіння пшавки	3200	2932	5,25
2	Пшавка	2200	2048	3,63
3	Розина	1000	1410	1,40
4	Оливка	3000	1210	4,97
5	Ріпак	1000	1100	4,20
6	Мас	970	1100	3,80
7	Арахіс	890	1039	3,30
8	Соняшник	800	932	-
9	Сирінок	820	770	4,82
10	Пшениця	280	370	0,80
11	Коріандр	450	530	0,96
12	Гарбуз	449	534	0,96
13	Сон	370	440	0,84
14	Вівсяниця	145	170	0,84

Рис. 3 Порівняльний потенціал олійних культур, НТП «Біосировина»

Висновок: Біопаливо в аграрній промисловості відіграє ключову роль у забезпеченні стійкого розвитку аграрного сектора та енергетичної незалежності. Використання біопалива дозволяє зменшити викиди парникових газів, покращити енергоефективність та знизити залежність від традиційних викопних палив. Сучасні технології виробництва біопалива, зокрема з відходів сільського господарства, сприяють підвищенню рентабельності аграрних підприємств та розв'язанню проблем утилізації біомаси.

Водночас, розвиток біопаливного сектора потребує інвестицій у

дослідження, розвиток інфраструктури та вдосконалення нормативно-правової бази. Впровадження інноваційних рішень і підтримка з боку держави дозволять розширити масштаби використання біопалива та підвищити конкурентоспроможність аграрної промисловості на міжнародному ринку.

Таким чином, біопаливо в аграрній промисловості є не лише важливим джерелом енергії, але й важливим чинником економічної та екологічної стабільності.

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.
7. ДСТУ 4516: 2006. Поновлювані джерела енергії. Установки біогазові. [Чинний від 01.10.2007]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007.8с.
8. Обладнання та основні вузли заводу з виробництва дизельного біопалива або біодизеля: вебсайт. URL: <http://www.biodiesel.co.ua/oborudovanie.htm> (дата звернення 19.09.2024р.)
9. Науково-технічна програма "Біосировина": вебсайт. URL: <https://a7d.com.ua/958-naukovo-tekhnichna-programa-biosirovina.html> (дата звернення 19.09.2024р.)
10. Перспективи виробництва передових біопалив в Україні: вебсайт. URL: <https://saf.org.ua/news/1774/> (дата звернення 19.09.2024р.)

Владислав ЮЗЬКО¹⁹,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

КОНСТРУКЦІЇ МАЛИХ ТРЕКІНГОВИХ ФЕС

***Анотація.** У статті розглядаються конструкції малих трекінгових фотоелектричних станцій (ФЕС) та їх особливості. Проаналізовано основні технічні рішення для підвищення ефективності роботи таких систем. Особлива увага приділяється перевагам трекінгових ФЕС у порівнянні зі стаціонарними установками, а також перспективам їх використання в умовах обмежених площ. Досліджено конструктивні елементи та механізми автоматичного слідування за сонячним світлом для максимізації виробництва електроенергії.*

***Annotation.** The article examines the designs of small tracking photovoltaic power stations (FES) and their features. The main technical solutions for increasing the efficiency of such systems are analyzed. Particular attention is paid to the advantages of tracking FES compared to stationary installations, as well as the prospects of their use in conditions of limited areas. Structural elements and mechanisms of automatic tracking of sunlight to maximize electricity production have been studied.*

Вступ. На тлі величезних трансформацій у сфері енергетики та зростаючого впливу змін клімату стає актуальним пошук інноваційних підходів до використання відновлювальних джерел енергії. Серед цих джерел особливе місце займає сонячна енергія, яка стає суттєвим компонентом сучасної енергетичної стратегії та важливим кроком на шляху до сталого розвитку. Сонячні фотоелектростанції, які трансформують сонячне випромінювання в електроенергію, займають центральне місце в цьому перетворенні.

Однак, незважаючи на безсумнівні переваги сонячної енергії, ключовим завданням залишається максимізація її виробництва та підвищення ефективності фотоелектростанцій[1]. Саме в цьому контексті виникає актуальна проблематика використання технології трекінгу, яка передбачає автоматичне вирішення завдання регулювання положення сонячних панелей з метою оптимального використання сонячного випромінювання.

Вивчення проблеми використання трекінгу в фотоелектростанціях відзначається важливістю та перспективністю, оскільки це технологічне рішення не лише впливає на підвищення продуктивності електростанцій, але й має потенціал стати однією з ключових ланок в системі сталого виробництва енергії.

Виклад основного матеріалу. Попри те, що для трекінгових сонячних

¹⁹Науковий керівник – Чмих К.В., асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

електростанцій потужністю більше 100 Вт вже більше 15 років розроблено стабільні та достатньо напрацьовані технічні рішення, сонячні мінітрекери в Україні не користуються високим попитом, внаслідок чого малопредставлені на світовому та, в тому числі, українському ринках, хоч використання трекінгу на фотоелектростанціях дозволяє підвищити загальну електрогенерацію на 30% [2]. Попри все, готові рішення мініфототрекерів представлені у літературі.

Усі вони так чи інакше відрізняються один до одного, однак можна описати загальні їх риси:

- використання доступного мікроконтролера, у переважній більшості – плати Arduino;
- використання серводвигунів;
- у переважній більшості, застосування ФЕМ полегшеної будови – без алюмінієвої рами та скла;
- лівова частка розглянутих СТ у своїй конструкції містить датчик освітленості;
- здебільшого, відсутність потенціалу для використання у відкритому просторі (надворі) тощо.

Найбільш питання викликає повсюдне використання датчиків світла – їхня наявність є сумнівно виправданою.

Варто також зазначити, що лівова частина фототрекерів, представлених нижче, практично ніяк не пристосована до роботи в польових умовах.

Все ж, опрацювавши наявні у літературі розробки, можна провести їх розподіл, класифікуючи їх.

Перш за все, слід розрізняти розробки, призначені для наукової діяльності та уже готові промислові зразки. Останні, як правило, набагато краще пристосовані до роботи в більш складних умовах та здатні здійснювати трекінг більш потужних сонячних панелей (вони мають більшу масу та площу), порівняно із першими (рис. 4).

Як логічне продовження класифікації вище, також варто розділяти СТ на ті, які придатні до застосування у відкритому середовищі та ті, які до такого непридатні (інші).

Істотною ознакою, за якою слід класифікувати оглянуті СТ, є вид керуючого пристрою. Таким чином, умовно представлені проекти можна поділити на ті, у яких контролюючим пристроєм є плата Arduino (всі, окрім тих, що наведені далі) та ті, які контролюються іншою системою.

За типом слідкування за сонцем, СТ можна поділити на ті, які послуговуються датчиками освітлення (більшість) та ті, у яких кут розраховується відносно часу та дати.

Варто відзначити, що автори розробок практично не вказують їхню ефективність або визнають, що така їх система є неефективною. Винятком є тільки розробка, представлена на рис. 14.

На рис. 1 – 2 представлено проєкт СТ для фотомодуля потужністю 20 Вт із НХХ 12 В [3].



Рис. 1. Загальний вигляд проєкту



Рис. 2. Фото проєкту

Це двоосьовий СТ на основі двох редукторних двигунів. Мікроконтролер не вказаний. Кріплення виконано із ПВХ-труб. Принцип роботи полягає у використанні датчиків освітленості, які реагують на тінь, передаючи відповідні дані на мікроконтролер. Із фото видно, що використано ФЕМ із наявністю, найімовірніше, алюмінієвої рами та скла.

Залишаються питання до двигунів – маса ФЕМ, потужністю 20 Вт, із металічною рамою та склом може сягати кількох кілограмів і стає неочевидною ефективність такої системи, оскільки для приведення в рух такої системи необхідні достатньо потужні двигуни. Також незрозумілою залишається поведінка СТ в умовах часткової чи повної захмареності неба та стійкість конструкції під час сильного вітру – на фото не видно баласту чи кріплень то бетонної плити.

З рештою, сам автор вказує на проблеми із обертанням одного із двигунів.

У наступному проєктові одноосьового СТ, зображеному на рис. 3, залишаються деякі нечевидності, як і в попередньому [4], однак ще гостріше постає питання ефективності такої системи – такі ФЕМ сягають потужності генерації в кращому випадкові 5 Вт та НХХ 3,7 В.



Рис. 3. Фото проєкту на завершальній стадії розробки [4]

Також виникає питання живлення мікроконтролера – плати Arduino, яка використана у даній роботі, можливо заживити напругою менше 5 В, однак при цьому можливі два сценарії - на спеціальний вхід плати подати наявну напругу, однак у разі сильно заниженого її значення мікроконтролер буде працювати нестабільно, або ж на вхід 3,7 В подати стабілізовану напругу 3,7 В, що важко досягнути на практиці [5].

На ринкові представлені і промислові зразки СТ. Ціна такого, фото якого наведено на рис. 4., станом на грудень 2023 року сягає 125 євро [6].



Рис. 4. Приклад промислового зразка сонячного трекера [6]

Помітно, що у цю розробку передбачено на ФЕМ, потужністю більше 25 Вт. На рис. 5 представлено блок-схему іншого двоосьового СТ на базі плати Arduino Uno [7]. Варто звернути увагу на те, що в цій системі передбачено застосування додатково датчика вологості (дощу), що є важливим нюансом, виходячи з необхідності роботи системи надворі під відкритим небом. Також помітно, що саме в цій системі вирішено обрати крокові двигуни.

На рис. 6 – 7 представлено фото інших проєктів СТ із використанням фотодатчиків [8,9].

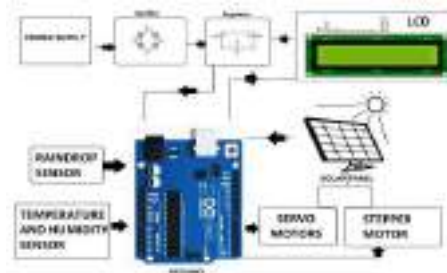


Рис. 5. Блок-схема СТ із застосуванням датчика дощу та крокових двигунів [7]



Рис. 6. СТ із двома фотодатчиками [8]



Рис. 7. СТ із чотирма фотодатчиками [9]

На рис. 8 – 9 представлено схему двоосьового СТ із розташуванням серводвигунів нетиповим, порівняно із іншими проєктами [10].

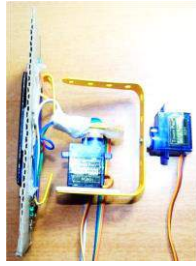


Рис. 8. Фото системи із інакшим розташуванням серводвигунів (вигляд спереду) [10]

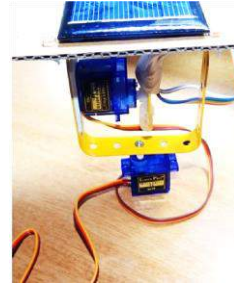


Рис. 9. Загальний вигляд кріплення ФЕМ до трекера [10]

На рис. 10 представлена дещо інша система одноосьового СТ із застосуванням крокового двигуна [11].

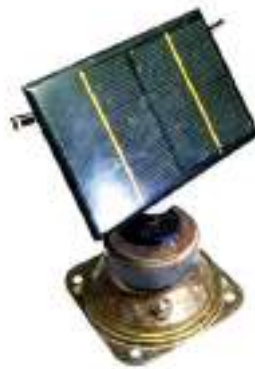


Рис. 10. Система одноосьового СТ із використанням крокових двигунів [11]

На рис. 11 – 12 показано проєкт двоосьового СТ із використанням крокових двигунів та шестерень, надрукованих на 3D-принтері [12].



Рис. 11. Загальне фото системи двоосьового СТ із шестернями [12]



Рис. 12. Фото системи двоосьового СТ із шестернями під час роботи [12]

У цілому, така система є більш стійкою – при повороті розхитування не досягає великих обсягів, порівняно із зразком, представленим, наприклад, на рис. 8, 9 У цій розробці також використовується плата Arduino Uno.

Існують проєкти двоосьових СТ і без використання загальновідомих мікроконтролерів – Arduino та Raspberry (рис. 13.) [13].

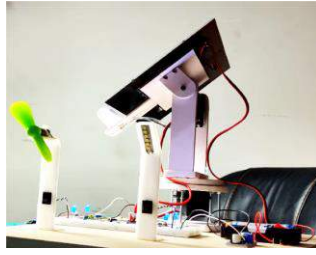


Рис. 13. Фото двоосьового СТ без застосування плати Arduino[13]

Більш фундаментально дослідили ефективність двоосьового сонячного трекера дослідники Факультету машинобудування, Інженерного факультету Технологічного університету Джавахарлала Неру Анантапур, Анантапур, Андхра-Прадеш, Індія [15]. Фото їхнього експериментального зразка представлено на рис. 14.



Рис. 14. Фото експериментального зразка дослідження у Технологічному університеті Джавахарлала Неру Анантапур [15]

У своїй роботі науковці порівнювали результати сонячної генерації при двоосьовому трекінгові та без трекінгу. Результати дослідження наведено на рис. 15 – 16.

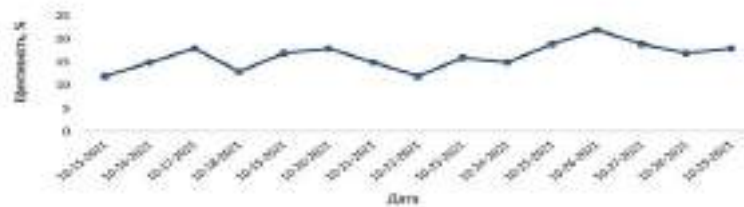


Рис. 15. Середньодобова потужність сонячної генерації при нерухомому фотомодулі

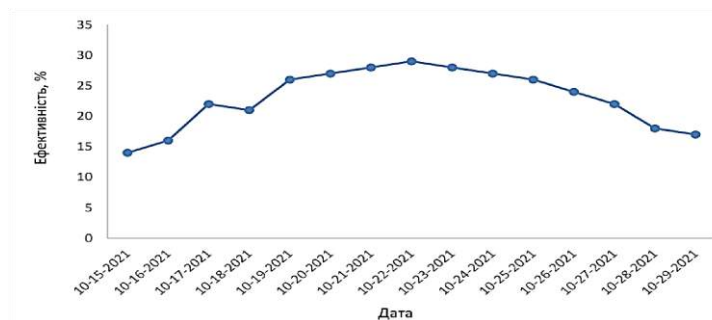


Рис. 16. Середньодобова потужність сонячної генерації у фотомодуля із двоосьовим трекінгом

Загалом, у дослідженні досягається збільшення сонячної генерації із використанням двоосьового СТ на 9%, порівняно із нерухомим ФЕМ. Також дослідження показали, що збільшення генерації при використанні двоосьового СТ більш відчутне вдень, ніж зранку чи ввечері.

Висновок. Таким чином, на основі матеріалу, наведеному у даному розділі, можна зробити висновок, що найбільші ефективності трекінгу є у промислового зразка (рис. 4) та у експериментального зразка дослідження у Технологічному університеті Джавахарлала Неру Анантапур (рис. 14). Неefективними є проекти, представлені на рис. 8 та 6. Очевидно, пов'язано це із недостатньою потужністю ФЕМ, використаного в експерименті. Отримана ефективність інших розглянутих систем становить 2-7%.

Список використаної літератури

1. GSMA. web-site. URL: https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wpcontent/uploads/2012/04/offgrid_chargingolutions.pdf (дата звернення 19.09.2024)
2. How Efficient Are Tracking Solar Panels? | AltEnergyMag. Alternative Energy Stories, Videos, Articles, Interviews, Reviews & News | AltEnergyMag. web-site. URL: <https://www.altenergymag.com/article/2022/02/how-efficient-are-tracking-solar-panels/36864/> (дата звернення 19.09.2024)
3. Solar Tracker. The Neverending Projects List. web-site. URL: <https://www.theneverendingprojectslist.com/miscprojects/solartracker/> (дата звернення 19.09.2024)
4. Solar Panel Sun Tracker - Phone Charger. Hackster.io. web-site. URL: <https://www.hackster.io/FIELDING/solar-panel-sun-tracker-phone-charger-f669ce> (дата звернення 19.09.2024)
5. Електроживлення Arduino | HobbyTech. HobbyTech. web-site. URL: <https://hobbytech.com.ua/електроживлення-arduino/> (дата звернення 19.09.2024)
6. Aliexpress.com. DE.AliExpress | aliexpress german - Kaufen Sie günstig qualitativ hochwertige Produkte aus China. - AliExpress. web-site. URL: <https://www.aliexpress.com/item/4000162713445.html> (дата звернення 19.09.2024)
7. Dual Axis Solar Tracking System with Weather Sensor. Nevon Projects. Web-site. URL: <https://nevonprojects.com/dual-axis-solar-tracking-system-with-weather-sensor/> (дата звернення 19.09.2024)
8. wholesale Freeshipping DIY Mini Solar Panel Track Tracker Tracking 2 Axis 6V 5W Electronics Power Controller Servo Duino Expansion Toy Machine/ web-site. URL: <https://www.dhgate.com/product/diy-mini-solar-panel-track-tracker-tracking/449620476.html> (дата звернення 19.09.2024)
9. Smart Solar Tracking Equipment Power Generation Maker Project Small Production eBay. web-site. URL: <https://www.ebay.co.uk/itm/33479127339469> (дата звернення 19.09.2024)
10. Arduino Solar Tracker. ElectronicsHub. web-site. URL: <https://www.electronicshub.org/arduino-solar-tracker/> (дата звернення 19.09.2024)

11. SKR Electronics Lab. How to make Solar Tracker without Arduino || Simple Science Project || SKR Electronics Lab, 2023. YouTube. web-site. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=fPTvmTMvOnk> (дата звернення 19.09.2024)
12. Dual Axis Solar Tracker by OpenSourceClassroom. Thingiverse - Digital Designs for Physical Objects. web-site. URL: <https://www.thingiverse.com/thing:53321> (дата звернення 19.09.2024)
13. Muhammad Ansar. How to Make Dual Axis Solar Tracker | Dual Axis Sun Tracker Solar Panel without Arduino Part:2, 2021. YouTube. Web-site. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=bG2sAwm-4gY> (дата звернення 19.09.2024)
14. Герасименко А. Хабр. web-site. URL: <https://habr.com/ua/articles/444326/> (дата звернення 19.09.2024)

Роман ХАРЧЕНКО²⁰,
студент 5 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

***Анотація.** Вейвлет-перетворення – це потужний математичний інструмент, який широко використовується в обробці сигналів, зокрема, для фільтрації зображень. Він дозволяє розкласти сигнал (зображення) на різні частотні компоненти з різним ступенем деталізації, що надає значно більше інформації про сигнал, ніж традиційне перетворення Фур'є. Вейвлети дозволяють одночасно аналізувати сигнал в часовому та частотному доменах, що особливо корисно для аналізу нестационарних сигналів, таких як зображення з різними деталями на різних ділянках.*

***Ключові слова.** сигнал, перетворення, зображення, вейвлет.*

***Annotation.** The wavelet transform is a powerful mathematical tool that is widely used in signal processing, in particular, for image filtering. It allows you to decompose a signal (image) into different frequency components with different degree of detail, which provides much more information about the signal than the traditional Fourier transform. Wavelets allow you to simultaneously analyze the signal in time and frequency domains, which is especially useful for analyzing non-stationary signals, such as images with different details in different areas.*

***Key words.** signal, transformation, image, wavelet.*

***Вступ.** При візуальному аналізі зображень пікселі групуються з подібними характеристиками в семантичні області, які відповідають об'єктам. Розмір і*

²⁰ Науковий керівник – Возняк О.М. к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

контрастність цих об'єктів визначають необхідний рівень деталізації для їх виявлення. Для зображень, що містять об'єкти різного масштабу та контрастності, доцільним є багатомасштабний аналіз. Зображення є двовимірним сигналом з нестационарними статистичними властивостями. Наявність локальних особливостей, таких як різкі перепади та однорідні області, призводить до порушення стаціонарності сигналу. Для ефективного аналізу таких сигналів необхідно використовувати методи, які здатні адаптуватися до локальних змін статистичних характеристик. Багатомасштабний аналіз є одним з таких методів.

Виклад основного матеріалу. Важливим методом, що використовується при обробці зображень і пов'язаним із кратномасштабною теорією, є субполосне кодування. Цей метод був спочатку розроблений для стиску мовних сигналів і зображень. У субполосному кодуванні зображення розкладається на кілька складових з обмеженим діапазоном частот, які можуть бути знову зібрані воедино, що дозволить точно (без перекручувань) відновити вихідне зображення. Кожна складова називається субдіапазоном і формується в результаті застосування смугової фільтрації до вхідного зображення. Оскільки смуга частот субдіапазонів вужче, ніж у вихідного зображення, застосування до них вибірки, що проріджує, не приводить до втрати інформації. Відновлення вихідного зображення досягається за допомогою вибірки, що згущує, фільтрації й додавання окремих субдіапазонів.

На рисунку 1 представлена схема двуканальної системи субполосного кодування й декодування.

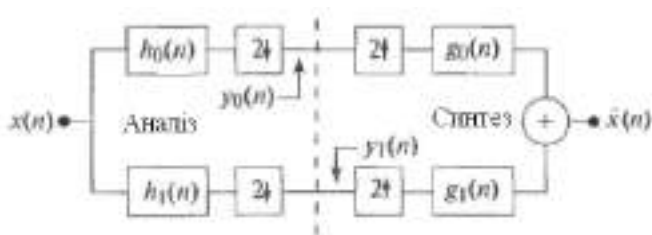


Рис. 1. Двуканальний блок фільтрів для субполосного кодування та декодування одновимірного сигналу.

На вхід системи подається сигнал, що представляє собою послідовність $x(n)$, $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, що може розглядатися як послідовність відліків одновимірної функції часу зі смугою обмеженої ширини (з обмеженим спектром). Послідовність $x(n)$ на виході системи формується шляхом розкладання сигналами) на складові $y_0(n)$ і $y_1(n)$ за допомогою фільтрів аналізу $h_0(n)$ та $h_1(n)$ і наступного об'єднання за допомогою фільтрів синтезу $g_0(n)$ і $g_1(n)$. Фільтри аналізу $h_0(n)$ і $h_1(n)$ являють собою цифрові фільтри зі смугою пропускання вдвічі меншою, ніж смуга вихідного сигналу; ідеалізовані передатні функції H_0 и H_1 фільтрів такого роду представлені на рисунку 2. Фільтр H_0 являє собою низькочастотний фільтр, сигнал на виході якого є (низькочастотним) наближенням вихідного сигналу $x(n)$.

Фільтр H_1 являє собою високочастотний фільтр, сигнал на виході якого

являється високочастотною або детальною частиною вихідного сигналу $x(n)$.

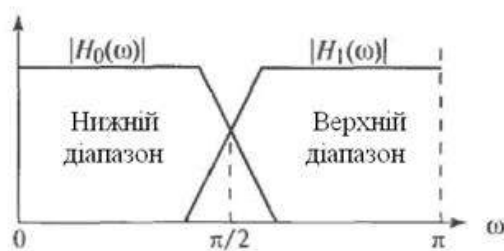


Рис. 2. Спектри його фільтрів аналізу.

Фільтрація завжди здійснюється в часовій області і являє собою згортку вхідного сигналу з імпульсною характеристикою відповідного фільтра (ядром) у просторовій області, тобто з його імпульсним відгуком (відгуком на імпульсну функцію одиничної амплітуди — $\delta(n)$). Необхідно так вибрати фільтри $h0(n)$, $h1(n)$, $g0(n)$ (або, що рівносильно, $H0 > H1$, $G0$ і $G1$), щоб вихідний сигнал міг бути правильно відновлений.

Субдіапазон, позначений на рисунку 3 як $a(m,n)$, називається субдіапазоном наближення, а субдіапазони, позначені як $dV(m,n)$, $dH(m,n)$ та $dD(m,n)$, називаються субдіапазонами вертикальних, горизонтальних і діагональних деталей, відповідно. Кожний із цих субдіапазонів у свою чергу може бути розділений на чотири менших субдіапазона, які можуть бути розділені ще раз, і т.д.

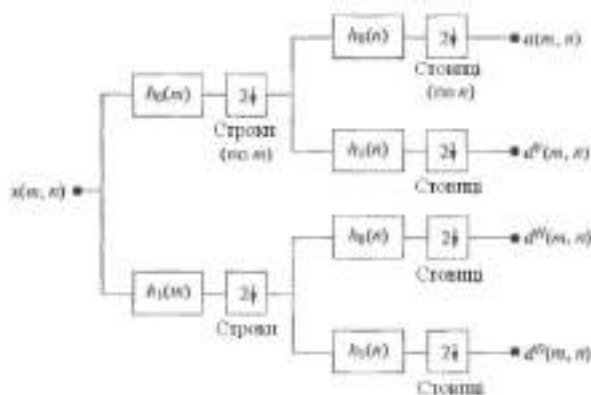


Рис. 3. Двомірний чотирьохканальний блок фільтрів субполосного кодування зображення

На рисунку 4 зображено імпульсні характеристики чотирьох ортонормованих фільтрів Добеши, які мають по 8 відмінних від нуля коефіцієнтів. Коефіцієнти низькочастотного фільтра $h0(n)$ для $0 \leq n \leq 7$ дорівнюють $-0,01059740$, $0,03288301$, $0,03084138$, $-0,18703481$, $-0,02798376$, $0,63088076$, $0,71484657$ і $0,23037781$.

На рисунку 5 представлено чотирьохканальне розкладання зображення з вазою на рисунку 2.1 розмірами 512×512 з використанням представлених на

рисунку 2.8 фільтрів. Кожне із чотирьох зображень на цьому рисунку представляє субдіапазон розмірами 256×256 .

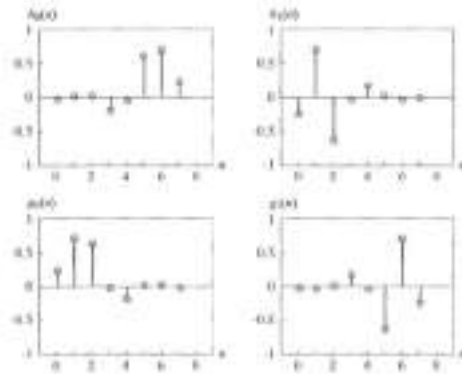


Рис. 4. Імпульсні характеристики чотирьох 8-елементних ортонормованих фільтрів Добеши.

Розташування субдіапазонів, починаючи від верхнього лівого по годинниковій стрілці, що впливає; субдіапазон наближення α , субдіапазон горизонтальних деталей d^H , субдіапазон діагональних деталей d^D і субдіапазон вертикальних деталей d^V .

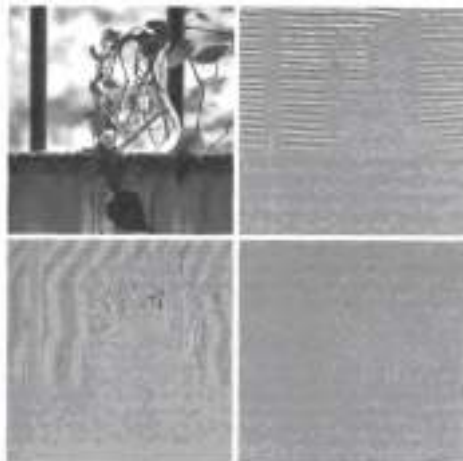


Рис. 5. Розкладання зображення на чотири субдіапазони з допомогою системи субполосного кодування на рисунку 3

Значення яскравості всіх субдіапазонів, за винятком субдіапазона наближення у верхньому лівому куті, було піддано градаційному перетворенню для того, щоб зробити їхню внутрішню структуру більше помітної. Зворотна увага на артефакти характерної геометричної структури в субдіапазонах d^H і d^V , поява яких пов'язане з накладенням спектрів у результаті застосування вибірки, що проріджує, до області зображення на рисунку 1 з ледь помітною сіткою від комарів на вікні.

Висновок. При відновленні вихідного зображення по субдіапазонам за допомогою фільтрів синтезу $g_0(n)$ та $g_1(n)$ ефект накладання спектрів буде знищений. Для здійснення процедури відновлення необхідно використати блок

фільтрів. У цьому новому блоці фільтри $hi(n)$, $i=\{0,1\}$, замінюються на фільтри, що відповідають їм, $gi(n)$, які проріджують вибірки замінюються на згущуючі і додається процедура підсумовування.

Список використаної літератури

- 1.Шаталін, І. М., & Бородин, І. В. (2019). «Візійні системи контролю сільськогосподарських машин.». *Техніка та технології агропромислового виробництва*, 4(135). С.105-114.
- 2.Кірилов О.О., Філоненко А.А. Комп'ютерна обробка зображень. – К.: Інформаційно-видавничий центр НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського", 2014. 368 с.
- 3.Малярець, Л. М. Сучасні оптимізаційні методи в середовищі MATLAB: навч. посіб.. Ч. 1 / Л. М. Малярець, Є. В. Рєзнік, Б. В. Сінкевич ; М-во освіти і науки молоді та спорту України, Харків. нац. екон. ун-т. - Харків: ХНЕУ, 2011. - 359 с.
- 4.Кравченко, В. (2016). «Впровадження візійних технологій в сучасні сільськогосподарські машини.» *Зернові Технології*, С.12-15.
- 5.Кірилов О.О., Філоненко А.А. Математична модель зображення. Інформатика та обчислювальна техніка. 2015. № 1. С. 23-28.

Олександра ТИСЕВИЧ²¹,

студентка 3 го курсу,

інженерно технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Анотація: Серед основних методів підвищення ефективності технологічних процесів в агропромисловому комплексі одним із найперспективніших є використання низькочастотних коливань. Дослідження, спрямовані на розробку та вдосконалення конструкцій вузлів і механізмів вібраційних машин, мають велике значення як з наукової, так і з практичної точки зору.

У статті представлено аналіз конструктивних рішень вібраційних приводів, що можуть бути використані на сільськогосподарських підприємствах. Також узагальнено та подано у вигляді блок схеми класифікацію механічних вібраційних приводів.

Ключові слова: вібрація, керований вібропривод, дебаланс, система регулювання ексцентриситету, вимушені коливання, амплітуда.

²¹Науковий керівник: Купчук І.М., к.т.н. доцент, доцент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК.

Annotation. Among the key methods for enhancing technological processes in the agro industrial complex, one of the most promising is the use of low frequency oscillations. Research focused on the development and improvement of the components and mechanisms of vibration machines is of great scientific and practical importance. The article presents an analysis of the structural designs of vibration drives that can be used in agricultural enterprises. It also summarizes and presents a classification of mechanical vibration drives in the form of a block diagram.

Key words: vibration, controlled vibration drive, unbalance, eccentricity control system, forced oscillations, amplitude.

Вступ. Використання низькочастотних коливань є ключовим елементом багатьох технологічних процесів в промисловості завдяки їхній багатофункціональності. Ці коливання здатні забезпечити різноманітні результати в залежності від конструкції обладнання та параметрів вібрації. Зокрема, вони можуть сприяти руйнуванню та ущільненню дисперсних середовищ, зниженню в'язкості матеріалів, а також змішуванню речовин з різними фізичними властивостями. Крім того, низькочастотні коливання активно використовуються для обробки металевих виробів, їх укріплення, сортування та калібрування. Також вони ефективно прискорюють такі процеси, як екстракція, теплообмін і сушка.

Враховуючи важливість цих технологій, дослідження, спрямовані на удосконалення вібраційного обладнання, мають велике значення для різних галузей промисловості, зокрема агропромислового комплексу, що робить актуальною цю статтю.

Мета досліджень: обґрунтувати технологічні та конструктивні засади для покращення експлуатаційних характеристик вібраційних приводів транспортних та технологічних машин агропромислового комплексу.

Для досягнення мети були визначені наступні завдання:

аналіз конструктивних схем вібраційних приводів, які можуть бути застосовані в умовах сільськогосподарських підприємств;

обґрунтування конструктивних засад для створення вібропривода з розширеними технологічними можливостями.

Методи дослідження: у процесі дослідження існуючих конструктивних та технологічних схем пристроїв, що забезпечують необхідний коливний рух, застосовувалися методи аналізу, узагальнення та системного підходу. При розробці принципової схеми безступінчастого вібропривода використовувався гіпотетико дедуктивний метод.

Виклад основного матеріалу: під «вібраційним приводом» розуміють технічну систему, що складається з джерела енергії (механічного, електричного, гідравлічного або пневматичного) і передавального механізму, такого як вібробуджувач, важільний або кулачковий механізм. Вібробуджувачі, або вібратори, класифікуються за типом рушійної сили, яка викликає коливання, на механічні, електромагнітні, гідравлічні та пневматичні імпульсні пристрої.

Гідроімпульсні приводи часто використовуються для керування параметрами вібрації без необхідності зупинки машини. Ці приводи генерують силові імпульси через перепади тиску в гідросистемі. Основні компоненти таких систем включають гідронасос, розподільник, систему каналів і клапанів, гідроаккумулятор, штовхач і пружину. Регулюючи дросель розподільника, можна контролювати швидкість зливу рідини, що впливає на частоту та тривалість імпульсів.

Ця схема добре себе зарекомендувала в машинах для зневоднення матеріалів і вібраційних млинах, але складність гідросистеми може знизити її надійність і підвищити витрати на обслуговування.

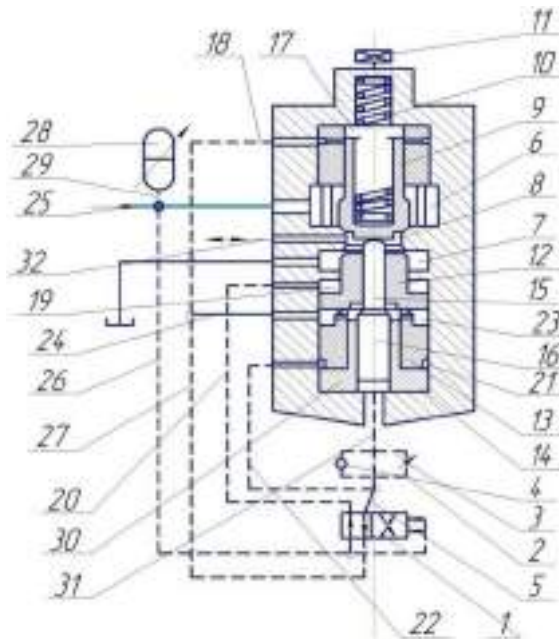


Рис. 1. Генератор імпульсів тиску [15]: 1 – модуль клапана першого каскаду; 2 – модуль тонкого налагодження; 3 – регульований дросель; 4 – зворотний клапан; 5, 29, 32 – канал; 6 – напірна порожнина; 7 – зливна порожнина; 8 – робоча порожнина; 9 – запірний елемент; 10 – пружина; 11 – гвинт; 12 – грибоквий клапан; 13 – ступінчаста втулка; 14 – грибова втулка; 15 – циліндричний штовхач; 16 – сферичний торець штовхача; 17 – надклапанна порожнина; 18, 24, 27 – зливний канал; 19 – порожнина відкриття; 20, 22, 26, 31 – канал керування; 21 – порожнина закриття; 23 – порожнина; 25 – напірна магістраль; 28 – цикловий гідроаккумулятор; 30 – порожнина штовхача.

Пневмоімпульсні віброприводи (рис. 2) мають подібні характеристики, оскільки їх робота заснована на створенні силових імпульсів за рахунок різких перепадів тиску в пневматичній системі. Параметри роботи пневматичних вібраторів регулюються шляхом зміни об'єму подачі та рівня тиску стисненого повітря, яке постачається компресором [16].

Електромагнітні віброприводи (рис. 3) переважно використовуються для ущільнення та розділення сипучих матеріалів. У цих пристроях змінний струм, що проходить через обмотки 7 і 8, генерує змінне магнітне поле, яке викликає періодичні сили на якорях електромагнітів 9 і 10, змушуючи їх коливатися. Це, у

свою чергу, викликає коливання мас 12 і 13 з амплітудою, що перевищує амплітуду якорів, завдяки ефекту важеля. Коливання передаються через пружні елементи 3 і 4 на робочий орган, де встановлений вібратор, що викликає коливальні рухи [17].

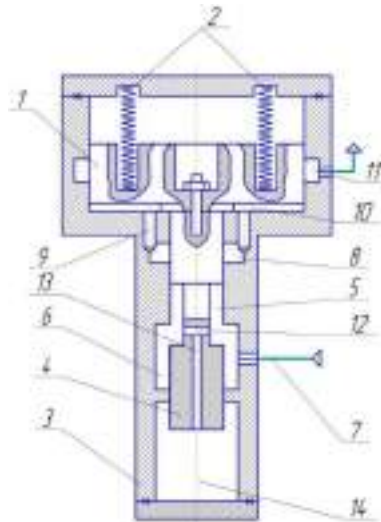


Рис. 2. Пневмоімпульсний привод [16]: 1 – інерційна маса; 2 – силові пружини; 3 – корпус; 4 – двокромковий золотник; 5 – кільцева проточка; 6, 8, 11 – кільцева розточка; 7 – магістраль високого тиску; 9, 12, 13 – пневматичні канали; 10 – поршнева порожнина; 14 – акумулююча камера.

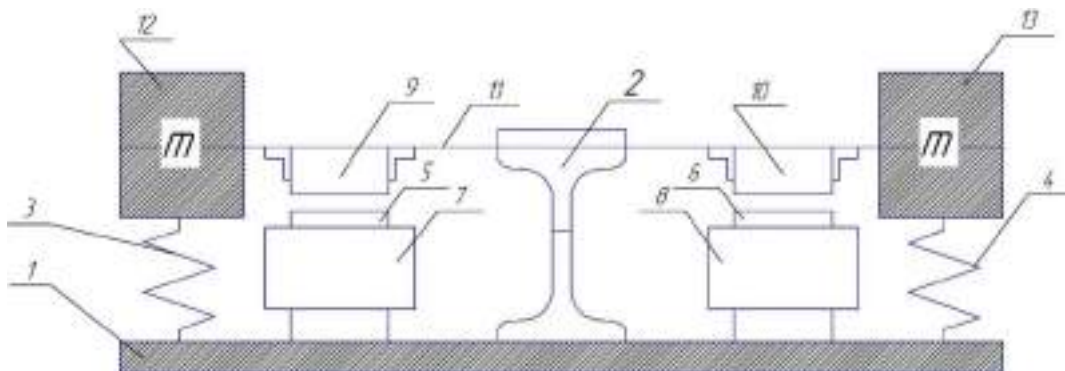


Рис. 3. Електромагнітний генератор коливань [17]: 1 – основа; 2 – стійка; 3, 4 – пружини; 5, 6 – осердя електромагніту; 7, 8 – обмотка; 9, 10 – якор електромагніту; 11 – пружна пластина; 12, 13 – реактивні маси.

Одним із перспективних напрямів підвищення технологічних можливостей машин для агропромислового комплексу є розробка механічного вібропривода. Завдяки спеціальній системі регулювання ексцентриситету дебалансу, цей привід дозволяє ефективно контролювати амплітуду коливань вібробудувача в робочому режимі, зводячи до мінімуму відхилення фактичної амплітуди від заданих параметрів.

У Вінницькому національному аграрному університеті була розроблена конструкція вібропривода (рис. 5). У цьому пристрої інерційний сегмент переміщується вздовж осі обертання за рахунок перерозподілу робочої рідини в гідросистемі під і над сегментом через осьове переміщення штока гідроциліндра (рис. 4).

Конструкція керованого вібропривода включає джерело механічної енергії, наприклад, електродвигун 1, муфту 2, дебаланс 3, встановлений на приводному валу 4, а також механізм регулювання моменту інерції 5.

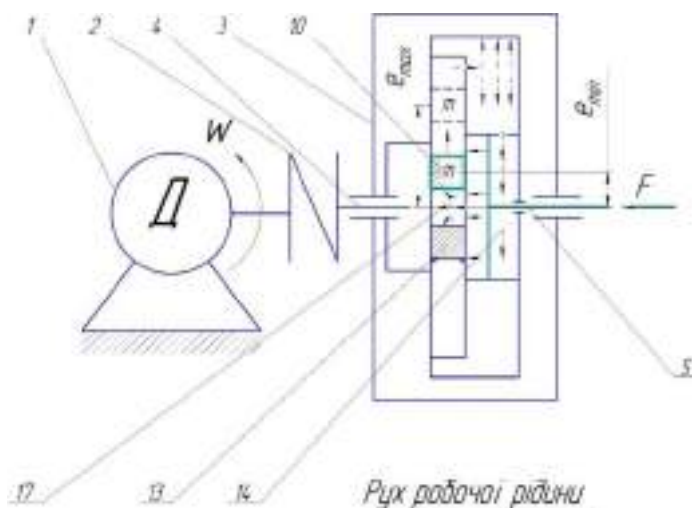


Рис. 4. Принципова схема керованого вібропривода

Дебаланс 3 складається з корпусу 6, встановленого на опорах 7, і циліндричної маточини 8, в якій співвісно розміщена циліндрична модульна втулка 9. Ця втулка включає інерційний сегмент 10, який може радіально переміщуватися в дисбалансній камері 11. Дисбалансна камера розташована напроти компенсаційної камери 12, де нерухомо закріплена основа 13 модульної втулки 9.

Циліндрична маточина 8 містить порожнину, яка є гідроциліндром 14, поділеним на дві частини поршнем 16, встановленим на штоку 15 механізму регулювання ексцентриситету 5. Ліва частина гідроциліндра 14 з'єднується з порожниною 17 під інерційним сегментом 10 і над основою 13. Права частина через клапани 18 сполучається з каналами 19 і 20, які забезпечують зв'язок з дисбалансною камерою 11 над інерційним сегментом 10 і компенсаційною камерою 12 під основою 13. На іншому кінці штока 15 знаходиться упорний підшипник 21, оснащений натискним пристроєм 22 і пружиною 23. Для герметизації опор 7 використовуються ущільнення 24. Гідроциліндр 14, порожнина 17, дисбалансна та компенсаційна камери, а також канали 19 і 20 заповнені робочою рідиною.

Висновки. Аналіз конструктивних схем вібраційних приводів, що використовуються в технологічному та транспортному обладнанні агропромислового комплексу (АПК), показав, що більшість із них оснащені механічними приводами. Ці приводи вирізняються простотою конструкції, невисокими вимогами до експлуатації та обслуговування, підвищеною надійністю, а також відповідністю нормам охорони праці. Спираючись на сучасні дослідження та праці провідних вчених у галузі вібраційних технологій, була розроблена блок-схема класифікації механічних віброприводів, яка узагальнює науковий і практичний досвід у цій сфері.

Додатково було запропоновано нову конструктивну схему керованого віброприводу, яка дозволяє регулювати ексцентриситет дебалансу, тим самим змінюючи величину змушуючої сили. Це впливає на кінематичні параметри робочих органів машини, що особливо корисно при обробці або транспортуванні матеріалів з різними фізико механічними властивостями. Така можливість регулювання дозволяє знижувати енерговитрати та підвищувати якість технологічних операцій в АПК.

Подальші дослідження включають:

Визначення теоретичних залежностей між осьовим переміщенням штока гідроциліндра та розподілом тиску в камерах дебалансу.

Визначення залежностей між змінами тиску в камерах дебалансу та значенням ексцентриситету.

Список використаних джерел.

1. Петров А. В., Сидоров К. П. Аналіз динамічних характеристик вібраційних приводів для технологічного обладнання. Вісник машинобудування. 2018. № 3. С. 34 42.

2. Іваненко С. А., Ковальов О. М. Вібраційні приводи для високопродуктивного технологічного обладнання. Технічна механіка. 2017. № 5. С. 12 20.

3. Пупченко М. П. Застосування вібраційних технологій у харчовій промисловості. Механізація і автоматизація виробничих процесів. 2019. № 2. С. 45 51.

4. Савченко О. В. Моделювання і оптимізація вібраційних приводів для технологічного обладнання: дис. канд. техн. наук: 05.02.02. Харків: НТУ "ХПІ", 2018. 180 с.

5. Литвиненко Ю. М. Розробка нових конструкцій вібраційних приводів для автоматизованих ліній: дис. канд. техн. наук: 05.02.02. Київ: НТУУ "КПІ", 2020. 200 с.

6. Бабичев М. І., Поляков Д. П. Вібраційна техніка: навчальний посібник. Київ: Вид во НТУ, 2016. 150 с.

7. Чернявський В. А. Основи теорії вібраційних систем. Львів: Видавництво ЛНТУ, 2012. 175 с.

8. Іваненко С. А. Вібраційні приводи для високопродуктивного технологічного обладнання. Технічна механіка. Веб-сайт URL: <http://example.com>. (Дата звернення: 11.09.2024.)

9. Пупченко М. П. Сучасні вібраційні технології у промисловості. Механізація і автоматизація виробничих процесів. Веб-сайт URL: <http://example2.com>. (Дата звернення: 10.09.2024.)

Костянтин КУХАР²²,
Студент 2-го року навчання,
Інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ СВІТОВОЇ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ВДЕ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

***Анотація.** У статті розглянуто сучасний розвиток та застосування електрогенетичних систем у сфері відновлювальної енергетики, що базуються на використанні генетичних алгоритмів для оптимізації процесів виробництва і зберігання енергії з альтернативних джерел. Описано основні переваги цієї технології, такі як підвищення ефективності енергетичних установок, зниження втрат енергії, а також адаптація до змінних умов експлуатації.*

***Ключові слова:** Електрогенетичні системи, відновлювальна енергетика, оптимізація енерговиробництва, альтернативні джерела енергії.*

***Annotation.** The article examines the current development and application of electro-genetic systems in the field of renewable energy, which are based on the use of genetic algorithms to optimize the processes of energy production and storage from alternative sources. The main advantages of this technology are highlighted, such as increased efficiency of energy installations, reduced energy losses, and adaptability to changing operating conditions.*

***Key words:** Electro-genetic systems, renewable energy, energy production optimization, alternative energy sources.*

***Вступ.** Відновлювана енергетика - це галузь енергетики, що спеціалізується на виробництві та використанні енергії з відновлюваних джерел. До відновлюваних джерел енергії відносяться циклічні або стаціонарні потоки енергії, які поширені в природі і обмежені лише стабільністю Землі як космічного планетарного елемента: сонячне випромінювання, вітер, гідроенергія, природне тепло тощо.*

У 2013 році приблизно 21% світового енергоспоживання покривалося за рахунок відновлюваних джерел енергії.

Це пов'язано з тим, що запаси викопного палива, що лежать в основі виробництва енергії на початку 21-го століття, обмежені і рано чи пізно будуть вичерпані. Ідеалом для виживання людства є сталий розвиток - концепція, за якої баланс між виробництвом і споживанням у суспільстві підтримується без залежності від ресурсів, які є лише тимчасово доступними [1].

Зміна клімату та зростаючі потреби в енергоресурсах стимулюють розвиток відновлювальних джерел енергії. Електрогенетичні системи, які

²²Науковий керівник Граняк В. Ф, зав. кафедри, к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

використовують генетичні алгоритми та передові цифрові рішення для оптимізації процесів генерації та зберігання енергії, стають важливим елементом у трансформації сучасної енергетичної системи. Це поєднання штучного інтелекту та електротехніки дає змогу підвищити ефективність виробництва енергії з відновлюваних джерел та зменшити втрати під час її передачі.

Виклад основного матеріалу. Електрогенетичні системи – це інноваційна технологія, яка використовує методи штучного інтелекту, зокрема генетичні алгоритми, для оптимізації роботи енергетичних установок, що генерують енергію з відновлювальних джерел. Генетичні алгоритми імітують природний процес еволюції для пошуку найкращих рішень у складних системах, таких як електростанції на основі сонячної та вітрової енергії. Ці алгоритми аналізують величезні обсяги даних, наприклад, погодні умови або коливання попиту на енергію, і дозволяють автоматично налаштовувати параметри генераторів для досягнення максимальної ефективності.

Прикладом може бути робота вітрових турбін, які за допомогою електрогенетичних систем можуть адаптувати свою потужність відповідно до зміни вітрових потоків. Це дозволяє зменшити втрати енергії та забезпечує стабільне постачання в мережу навіть при непостійних погодних умовах. Також системи можуть передбачати зміни інтенсивності сонячного випромінювання та автоматично коригувати кут нахилу сонячних панелей для забезпечення максимального збору енергії.

Однією з основних переваг електрогенетичних систем є їх здатність постійно оптимізувати роботу енергетичних установок, що дозволяє значно підвищити продуктивність та зменшити витрати на обслуговування. У звичайних умовах робота таких установок потребує ручного контролю та обслуговування, що може призводити до зниження ефективності. Однак із впровадженням генетичних алгоритмів це відбувається автоматично, що мінімізує людський фактор і зменшує кількість простоїв обладнання.

Електрогенетичні системи також можуть прогнозувати можливі несправності або необхідність технічного обслуговування на основі аналізу великих даних. Наприклад, у гідроелектростанціях такі системи можуть виявляти тенденції до зниження продуктивності й попереджати операторів про можливі проблеми заздалегідь, що дозволяє уникнути аварій або неефективної роботи установок.

Приклади впровадження електрогенетичних систем у світі:

- **Німеччина** – є відомою своєю активною політикою у сфері відновлюваної енергетики, цей регіон є прикладом використання електрогенетичних систем на вітрових електростанціях. Одним із яскравих прикладів є проєкт *Energiewende*, де встановлено вітрові турбіни, які автоматично налаштовують свої лопаті залежно від змін у напрямку та швидкості вітру. Це дозволяє мінімізувати знос обладнання та максимізувати обсяг виробленої енергії. Завдяки електрогенетичним системам оператори здатні передбачати періоди високого та низького виробництва енергії, що допомагає краще збалансувати енергоспоживання в країні. Зобов'язання німецької компанії

Energiewende (є досягнення чистих нульових викидів парникових газів до 2045 року) викладено в Законі про зміну клімату, в якому також зазначено проміжні цілі скорочення викидів на 2030 рік (скорочення на 65% порівняно з рівнями 1990 року) та 2040 рік (скорочення на мінімум 88%). Починаючи з 2050 року Німеччина прагне мати негативний баланс викидів, що означає, що вона використовуватиме природні поглиначі, такі як дерева чи ґрунт, щоб видалити більше парникових газів, ніж викидає. Однак у 2021 році до нього були внесені зміни та перенесено на 5 років після того, як Конституційний суд Німеччини визнав Закон Німеччини про зміну клімату частково неконституційним, оскільки він переклав тягар викидів парникових газів на майбутні покоління [2].

- **Китай** – є лідером у сфері відновлюваної енергетики, і його сонячні «ферми» є чудовим прикладом впровадження електрогенетичних систем. У пустельних районах, де розташовано більшість сонячних станцій, ці системи допомагають налаштувати сонячні панелі відповідно до рівня сонячного випромінювання, температури та інших природних умов. Використання електрогенетичних систем у Китаї дозволило не тільки збільшити загальну ефективність роботи таких станцій, а й суттєво знизити витрати на технічне обслуговування у важкодоступних регіонах. За оцінками, ферма охопить 200 000 акрів (809 км²), буде майже на 100 км² більше, ніж острів Сінгапур, і приблизно на 30 км² більше, ніж Нью-Йорк, США.

На додаток до рекордного розміру та виробництва сонячної енергії - сонячна ферма Китаю в Сінцзяні, станом на червень цього року, в даний час є найбільшою на планеті потужністю 3,5 гігават (ГВт) - проект також забезпечить інші форми енергії. Наприклад, є плани побудувати інфраструктуру для виробництва 4 гігават/годин (ГВт-год) енергії вітру, 5 ГВт-год потужності зберігання енергії, 200 мегават (МВт) сонячної теплової енергії та 4 ГВт вугільної енергії, згідно з висвітленням ЗМІ про подання акцій Three Gorges Renewables у Шанхаї. Очікується, що ферма відкриється в 2027 році, вона зможе забезпечити живлення приблизно шість мільйонів будинків.

Китай лідирує у виробництві сонячної енергії, хоча точні цифри може бути важко отримати. Вважається, що Китай встановив понад 300 ГВт сонячної потужності передбачуваного 1 теравата (ТВт) сонячної енергії, виробленої в усьому світі; це означає, що країна має можливість виробляти третину сонячної енергії Землі.

Наступною найближчою країною, виміряною сонячною потужністю, є США з менш ніж 200 ГВт, а Японія третя з менш ніж 100 ГВт [3].

- **США** – електроенергія в Сполучених Штатах виробляється з використанням різноманітних ресурсів. Трьома найбільш поширеними є природний газ, вугілля та атомна енергетика. Одними з найбільш швидкозростаючих джерел є відновлювані ресурси, такі як вітер і сонце. Більшість електроенергії в США виробляється на централізованих електростанціях. Набагато менша, але зростаюча кількість електроенергії виробляється за допомогою розподіленої генерації — різноманітних технологій, які виробляють електроенергію в місці або поблизу того місця, де вона буде

використовуватися, як-от сонячні панелі на місці та комбіноване тепло та електроенергія. У Сполучених Штатах електрогенетичні системи застосовуються для інтеграції вітрових і сонячних електростанцій у єдині розподільчі мережі. Так, компанії, що працюють у секторі відновлюваної енергетики, використовують ці технології для того, щоб краще керувати потоками енергії між різними джерелами та забезпечувати безперервне енергопостачання споживачам навіть у періоди пікових навантажень. Зокрема, вітряні ферми в Техасі оснащені електрогенетичними системами, які прогнозують зміни погодних умов і автоматично змінюють конфігурацію турбін для досягнення максимальної ефективності [4].

Перспективи розвитку електрогенетичних систем у відновлювальній енергетиці є дуже обнадійливими. Завдяки постійному вдосконаленню алгоритмів штучного інтелекту та накопиченню великих обсягів даних про роботу енергетичних установок, такі системи здатні ставати дедалі ефективнішими. Одним із ключових напрямків розвитку є інтеграція електрогенетичних систем у розподільчі мережі, що дозволить оптимізувати не тільки процеси генерації енергії, але й її розподілу.

Крім того, електрогенетичні системи мають потенціал для поліпшення роботи зберігання енергії, зокрема акумуляторних систем, що є критично важливим для подолання проблеми нестабільності генерації енергії з відновлюваних джерел. Такі системи можуть передбачати пікові періоди споживання та заздалегідь налаштовувати процеси зберігання і передачі енергії, забезпечуючи таким чином стабільність енергопостачання навіть за відсутності сонця або вітру.

Висновок: електрогенетичні системи є важливим технологічним проривом у відновлювальній енергетиці, що допомагає збільшити ефективність енергетичних установок, знизити витрати на їх обслуговування і підвищити стабільність роботи енергомереж. Завдяки активному впровадженню цих систем у таких країнах, як Німеччина, Китай та США, світові енергетичні системи стають більш гнучкими та адаптивними до змінних умов. Перспективи подальшого розвитку електрогенетичних систем сприятимуть не тільки підвищенню частки відновлюваної енергії, але й створенню стійкої та екологічної енергетичної інфраструктури майбутнього.

Список використаних джерел

1. Загарій В. К., Ковальчук Т. Г. Відновлювана енергетика: тенденції розвитку у світі та Україні. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2021. Випуск 36. С. 70–75. DOI:10.32782/2413-9971/2021-36-12
2. Galimshina A., McCarty J., Waibel Ch., Schlueter A. High-resolution parametric embodied impact configurator for PV and BIPV systems. *Renewable Energy*. 2024. Vol. 236. P. 96–104. DOI:10.1016/j.renene.2024.121404
3. Keller M. China building ‘world’s largest’ solar farm near Mongolia. URL: <https://www.constructionbriefing.com/news/china-building-world-s-largest-solar-farm-near-mongolia/8038100.article> (дата звернення 25.09.2024).

4. Akhil J., Balachandra P. Energy Internet, the Future Electricity System: Overview, Concept, Model Structure, and Mechanism. *Energies*. 2020. Vol. 13(16). 26 p. DOI:10.3390/en13164242

Stanislav MARIKOVSKY²³

4th year student,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

METHOD OF STABILIZING THE OSCILLATION PARAMETERS OF WORKING BODIES OF VIBRATING MACHINES FOR AGRICULTURE

***Анотація.** Запропоновано метод стабілізації параметрів коливань робочих органів вібраційних машин для сільського господарства, що дозволяє перейти від екстремально-пошукових систем керування до стежать систем керування і розширює функціональні можливості даних машин і призводить до економії електроенергії, яка витрачається на їх привод.*

***Annotation.** A method of stabilizing the parameters of the oscillations of the working bodies of vibration machines for agriculture is proposed, which allows to move from extreme search control systems to tracking control systems and expands the functionality of these machines and leads to savings in electricity spent on their drive.*

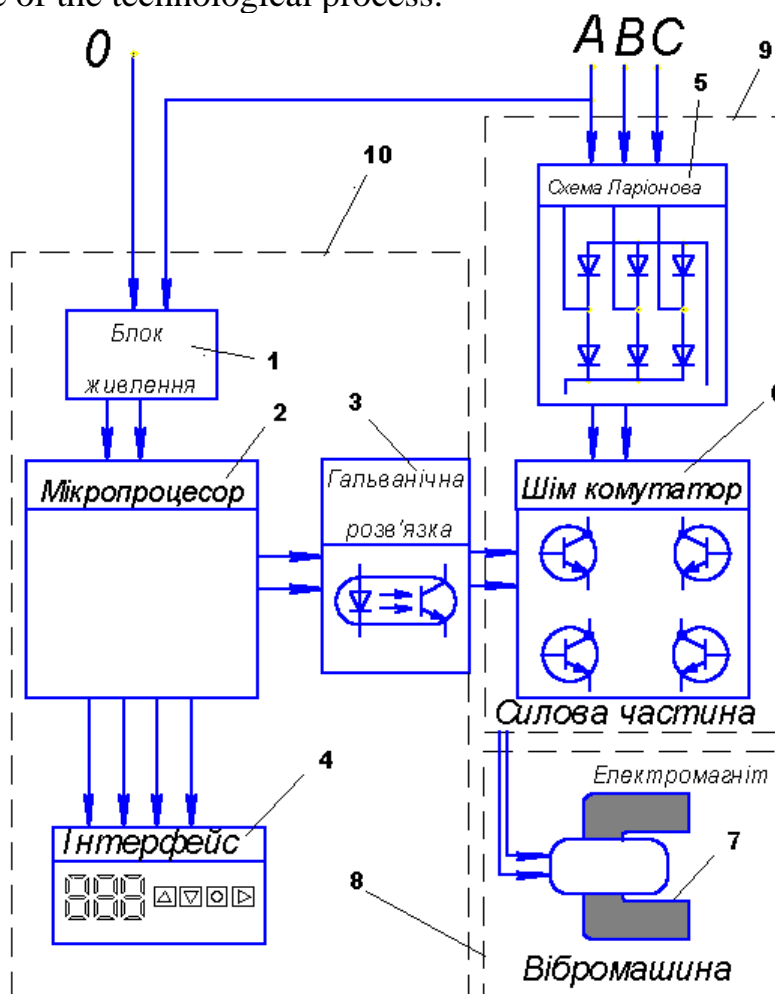
***Introduction.** In modern production processes of various branches of the national economy and agricultural in particular, vibration equipment and technology are becoming more and more widespread. Due to the relative simplicity of the design, high reliability and low energy consumption of technological processes, they allow achieving significant technical and economic effects. However, the vast majority of vibrating machines equipped with unbalanced vibration exciters operate in an uneconomical resonant mode. During the operation of such machines, significant non-productive energy losses are observed, and when they pass through the resonant frequency, the amplitude of oscillations of the working bodies increases sharply, which can lead to damage to the machines themselves and the products processed by them. Therefore, controlled vibration machines, which allow technological processes with variable adjustable parameters of vibrations of working bodies, are becoming more and more common recently.*

***Presenting main material.** A number of methods are known for supporting the operation of vibrating technological machines (VTM) in modes close to resonance. In particular, the method of maintaining the oscillation mode of the working body, close to resonance due to the change in the stiffness of the elastic system of the machine. The*

²³Науковий керівник Ярошенко Л.В.: к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

disadvantages of this method are the impossibility of automatic adjustment of the suspension stiffness when the load on the working body changes, and the impossibility of automatic adjustment of the amplitude of oscillations of the working body at the resonance frequency of the TM. The closest in technical essence is the method of controlling the operation of the machine with oscillating movements of the working bodies, see fig. 1, where during the operation of the VTM

The control system controls two parameters - the frequency and amplitude of vibrations of the working body, and in case of a change in the load of the working body or if it is necessary to change the mode of operation of the vibrating machine, the control system corrects the frequency and amplitude of forced vibrations of the vibrating drive of the working body, to a frequency that is close to resonance frequency of the elastic system of the vibrating machine at a given loading of the working body and the amplitude of oscillations at the resonance frequency so that it corresponds to the optimal mode of the technological process.



1 - power supply unit, 2 - microprocessor, 3 - galvanic isolation, 4 - operator panel, 5 - diode bridge, 6 - semiconductor keys, 7 - electromagnetic drive, 8 - vibration machine, 9 - frequency converter based on PWM, 10 – control system

Figure 1 - Structural diagram of the vibration machine control system with an electromagnetic vibration drive

The structural diagram of such a control system for vibrating machines is shown

in Fig. 1. The power part (9) consists of a three-phase diode bridge (5) made according to the Larionov scheme, and a commutator (6) on four transistors. The electromagnet (7) of the vibrating machine (8) is connected to the power part (9) of the control system (10). The power part is controlled by a system that includes a power supply unit, a microprocessor (2), an optocoupler (3), which serves as a galvanic isolation between the system (1), control and the power part. The control system also includes an interface that provides control of the operating modes of the vibrating machine. Since the force is considered the part in fig. 1 does not show vibration sensors that provide feedback [3] between the moving mechanical part of the vibrating machine and the microprocessor.

This control method allows you to automate the process of adjusting the frequency and amplitude of forced oscillations of the vibratory drive of the working body of the TM when the load of the working body is changed or if it is necessary to change the mode of operation of the vibrating machine to values that correspond to the resonant mode of operation. Vibrating machines that implement this method of control are called adaptive vibrating technological machines (AVTM) [4] due to the constant adaptation of the parameters of the vibrating drive to new parameters of the oscillating mechanical system and ensure minimal energy consumption for the vibrating drive.

The disadvantage of such a method of controlling the operation of the AVTM is that it is based on the search for the extremum of the amplitude-frequency characteristic (frequency characteristic) of the AVTM, which contains search algorithms of work that have a certain uncertainty, and the conclusion about the direction of movement of the own resonance frequency of the AVTM can be made only by the reaction of the mechanical oscillating system AVTM on the corrective action of the extreme adaptive control system, therefore, this method of control, due to the additional time spent on determining the direction of correction, does not ensure high quality and accuracy of control and minimal energy consumption for the vibration drive, which is caused by the temporarily non-resonant mode of operation of the AVTM.

The purpose of the work is to develop a method of resonant control of vibration machines to expand their technological capabilities and save electricity that is spent on their vibration drive.

The goal is achieved by the fact that in the method of controlling the operation of adaptive vibration technological machines, in which the vibration drive control system, monitoring the phase shift between the amplitude of oscillations of the working body of the adaptive vibration technological machine and the amplitude of the cyclic forcing force of the vibration drive, supports the resonant mode of operation of the adaptive vibration technological machine, according to of the invention, during the operation of the adaptive vibration technological machine, the control system monitors the phase shift between the oscillations of the working body of the adaptive vibration technological machine and the oscillations of the coercive force of the vibration drive, and in the event of a change in the load of the working body or if it is necessary to change the mode of operation of the adaptive vibration technological machine, the control system corrects the frequency of the cyclic coercive force force of the vibration drive bringing it closer to the frequency that is close to the resonance frequency of the

elastic system of the adaptive vibration technological machine at a given loading of the working body in such a way that the oscillations of the coercive force of the vibration drive are ahead of the phase of the oscillations of the working body of the adaptive vibration technological machine by an angle of $\pi/2$.

This method of controlling the work of adaptive vibration technological machines allows to move from extreme search [4] control systems of the AVTM vibration drive to tracking control systems. Such a control system will constantly monitor the phase shift of the oscillations of the AVTM working body and the oscillations of the coercive force of the vibratory drive, and reduce its deviation from the optimal angle equal to $\pi/2$ to zero by changing the frequency of the cyclic coercive force of the vibratory drive.

Figure 2 shows the functional scheme of the method of controlling the work of adaptive vibration technological machines. The adaptive vibration technological machine 1 is connected to the phase shift detector 3 thanks to the feedback through the sensor of the vibration frequency of the working body - ω_d . The second input of the phase shift detector 3 receives a signal directly proportional to the frequency of the cyclic forcing force of the vibration drive - ω_p . The phase shift detector 3 is connected to the frequency regulator of the cyclic forcing force 4. The frequency regulator of the cyclic forcing force 4 is directly connected to the vibration drive 5, and the vibration drive 5 to the adaptive vibration technological machine 1, which is affected by the 2 disturbance factor $\pm \Delta M$ of changes in the mass of the working load of the body of AVTM 1.

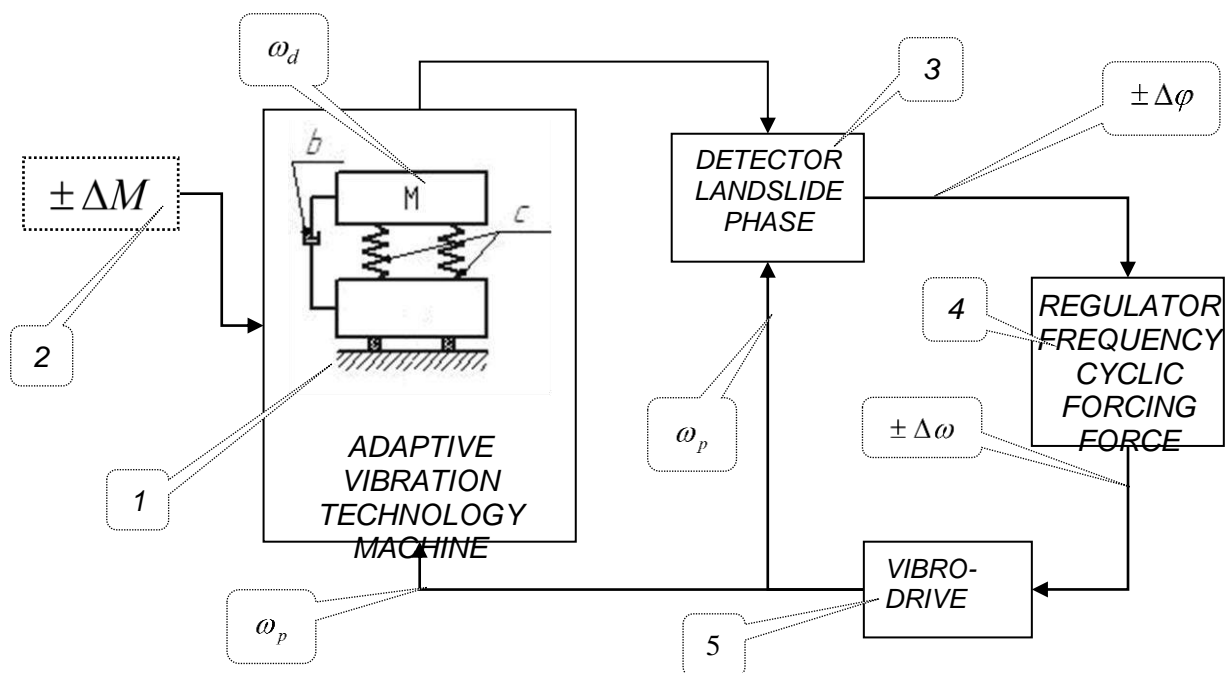


Figure 2 - The method of controlling the work of adaptive vibration technological machines

By automatically maintaining the ratio between the movement of the AVTM working body and the cyclic forcing force of the vibration drive at a constant level of $\pi/2$ by means of the correction ($z = \omega/\omega_0$) of the frequency of the cyclic forcing force of the vibration drive ω to the own resonance frequency of the AVTM ω_0 , it is possible

to ensure a constant resonant mode of operation.

The method of controlling the work of adaptive vibration technological machines is as follows. When the reduced mass 2 (Fig. 1) $\pm\Delta M$ changes in AVTM 1, there is a phase shift between the oscillations of the forcing force of the vibration drive and the forced oscillations of the working body of the AVTM. Phase shift detector 3 constantly compares and determines the amount of lag or lead between two harmonic signals, the frequency of oscillations of the working body of the adaptive vibration technological machine ω_d and the frequency of the cyclic forcing force of the vibration drive ω_p . The signal proportional to the phase shift $\pm\Delta\phi$, after determination, enters the 4 frequency regulator of the cyclic forcing force, where, in accordance with the established control laws, the necessary increase is produced of the frequency of the cyclic forcing force of the vibration drive $\pm\Delta\omega$, which through the vibration drive 5 affects the AVTM 1 and reduces the specified phase shift between the forcing and forced oscillations to the optimal value ($\pi/2$) from the point of view of the accuracy of observing the resonant mode. In this way, the vibration machine adapts to the new load mass of the working body and ensures the resonant mode of operation of the AVTM.

The proposed design of the controlled vibration exciter [5], which will allow remote and accurate control of the amplitude of oscillations of the working body within arbitrary limits (and in an arbitrary direction) in many adaptive vibration technological machines using an industrial microcontroller through a servo motor - by outputting a given number of pulses to ensure a certain angle of rotation servo motor shaft.

In fig. 3 shows the general view of the proposed adjustable electromechanical vibration drive in section.

The controlled vibration drive consists of a housing 1, in which a drive shaft 4 is installed on conical radial thrust bearings 2 and 3. On the shaft 4 there is a fixed 5 and a movable 6 unbalance, and two oppositely directed grooves 7, which have a length equal to half, are made diametrically opposite pitch of the screw and in normal cross-section have the shape of a semicircle. The inner ring of the conical bearing 2 rests against the collar of the drive shaft 4, and the outer ring rests against the cork ring 8, which is bolted to the housing 1. The collar of the drive shaft 4 and the cork ring 8 limit the movement of the drive shaft 4 in the axial direction relative to the housing 1. Axial movement the outer ring of the conical bearing 3 is limited by the flange 9. At the base of the flange 9 there is a sealing device (seal) 10. The adjustment of the working tension of the conical radial thrust bearings 2, 3 and the fixation of the movement in the axial direction of the drive shaft 4 is carried out with the help of a tension nut 11, a cork washer 12 and bushings 13. The cork washer 12 prevents the self-unscrewing of the tension nut 11 under the action of vibration. The drive shaft 4 is connected to the drive electric motor through the key 14 and half-coupling 15. Fixation of the stationary imbalance 5 in the axial direction is ensured by the nut 16, which is corkscrewed by the corkscrew washer 17 from self-unscrewing.

The mechanism for controlling the position of the movable imbalance 6 consists of two ball keys 18 placed in two grooves under the key 37 of the movable imbalance 6 and in two diametrically opposite grooves 7 of the drive shaft 4.

Thanks to the ball keys 18, the torque is transmitted from the drive shaft 4 to the

movable imbalance 6. To ensure the movement of the movable imbalance 6 along the axis of the drive shaft 4, a running cup 19 is used, a thread is cut on the inner surface 20 of the cup 19, and a groove is made on its outer surface under the key 21. The running cup 19 is freely installed in the cavity between the movable imbalance 6 and the crown 22 with the possibility of turning relative to them.

The running cup 19 of the mechanism of axial movement of the movable imbalance 6 is screwed with its internal thread 20 to the thread cut on the outer surface of the drive cup 23. The drive cup 23 is installed with the help of two pins 24 and a groove 25 in the drive shaft 4 so that it has a restriction of movement along the axis of the drive shaft 4 and has the ability to rotate (scroll) around along the main axis of the drive shaft 4. The drive cup 23 is kinematically connected to the drive rod 27 by means of a prismatic key 26. The running cup 19 is installed in the guide cup 28 in such a way that the groove under the key 21 which made on its outer surface coincides with the groove under the key, which is made on the inner surface of the guide cup 28.

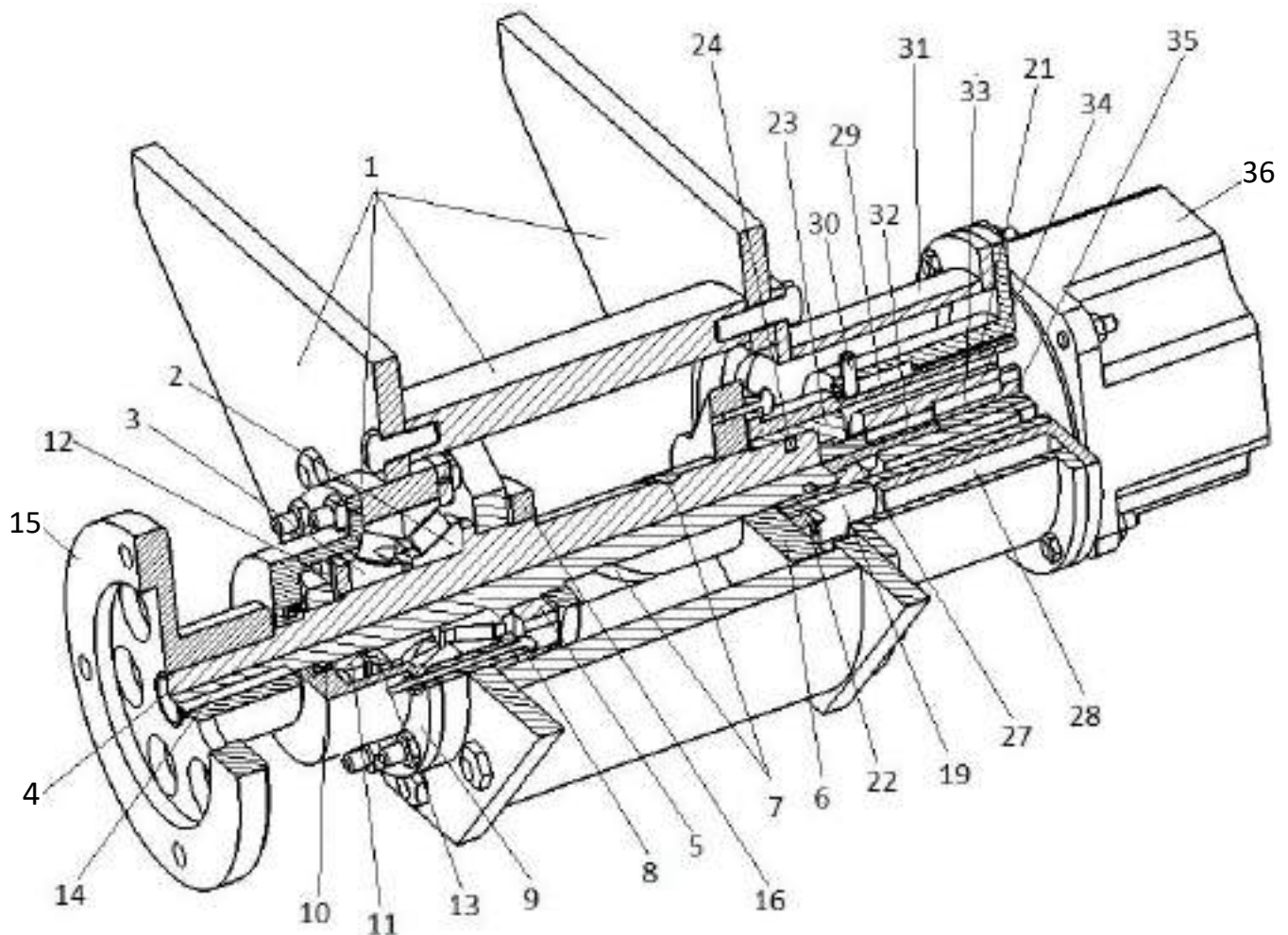


Figure 3 - General view of the proposed adjustable electromechanical vibration drive

A guide prismatic key 29 is inserted into the groove under the key 21, made on its outer surface of the running cup 19, the movement of which along the key groove 21 during the extension of the running cup 19 from the guiding cup 28 is limited by the fixing screw 30. The guiding cup 28 is attached to the flange 31, which in turn is

attached to the housing 1. The drive rod 27 of the mechanism for controlling the axial position of the movable imbalance 6 is kinematically connected through the prismatic keys 32, 33 and the clutch 34 to the shaft 35 of the servomotor (or stepper motor) 36. The servomotor 36 as well as the guide cup 28 is attached to the flange 31.

The controlled vibration exciter works as follows. Before starting the controlled vibration exciter, imbalances 5 and 6 are in diametrically opposite positions, i.e., the angle between their centers of mass is $\beta = 180^\circ$, so their total static moment relative to the central axis of the drive shaft 4 is zero. When the controlled vibration drive is turned on (torque applied to the semi-coupling 15), the drive shaft 4 with fixed 5 and movable 6 imbalances begins to rotate with a given angular speed ω_p , which is optimal for the implementation of certain technological operations. After the controlled vibration exciter reaches the set angular speed ω_p , the control system of the controlled vibration exciter [for example, the one shown in 2, 3 (not shown in the figures)] begins to bring the amplitude of the cyclic forcing force F to the set technologically optimal value F ($F = F \cdot \sin(\omega_p \cdot t)$). The output of the amplitude of the cyclic forcing force of the controlled vibration drive (and its control $F \pm \Delta F$) is carried out by the control system based on an industrial microcontroller through the servo motor - by outputting a specified number of pulses to ensure a certain angle of rotation of the shaft of the servo motor 36. As a result of the command from the control system, the servo motor 36 turns its shaft 35 to the specified angle (the magnitude of the angle of rotation of the shaft 35 is determined only by the number of pulses and the angular step of the servomotor itself, another feature of the servomotor (or stepper motor) is that it has the ability to maintain a given angle of rotation). The rotation of the shaft 35 to the angle of the servo motor 36 through the key 33, the coupling 34 and the key 32 is transmitted to the drive rod 27. The drive rod 27 through the key 26 transmits the torque to the drive cup 23 and the drive cup 23 turns relative to the central axis of the drive shaft 4 also by an angle α . Considering the fact that: the outer surface of the drive cup 23 is in a screw connection with the surface 20 of the running cup 19, the movement of the driving cup 23 in the axial direction is limited by the pins 24 and the groove 25 of the drive shaft 4, the rotational movement of the running cup 19 around a common axis with the drive cup 23 and the drive shaft 4 are limited by the guide key 29, which is installed on the inner surface of the guide cup 28, so the rotation of the drive cup 23 to an angle α will cause the twisting (twisting) of the travel cup 19 and its movement along the main axis of the drive shaft 4. This movement will cause the movement of the movable imbalance 6 along the main axis of the drive shaft 4. Due to the fact that the crown 22 does not rigidly press the shoulder of the running cup 19 to the movable imbalance 6, the latter can rotate around the main axis of the drive shaft 4 and move along it. Moving along the main axis of the drive shaft 4, the movable imbalance 6 begins to rotate relative to its central axis due to the movement of two ball keys 18, which are simultaneously located in two grooves under the key 37 and in two diametrically oppositely directed grooves 7 of the drive shaft 4. In as a result of rotation of the movable imbalance 6 around the main axis of the drive shaft 4, the total static moment of the movable 6 and stationary 5 imbalances relative to the central axis of the

drive shaft 4 changes. Since the masses of the stationary 5 and movable 6 imbalances are the same, the centrifugal forces arising during their rotation relative to the axis of the drive shaft 4 will be the same in modulus and will be determined according to [4] by the expression $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = m \cdot e \cdot \omega_p$, where m , e is the mass, is the eccentricity of imbalances 5 and 6, is the distance from the axis of the drive shaft 4 to the center of mass of each of the imbalances. In general, the amplitude of the cyclic forcing force of the proposed controlled vibration exciter $F = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$ is equal to or according to the theorem of cosines $F = 2 \cdot \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos(\alpha)}$.

Changing the frequency of revolutions of the drive kinematically connected to the semi-coupling 15 and changing the angle α of rotation of the shaft 35 of the servomotor 36 allow you to independently control two vibration parameters within wide limits: $F = 2 \cdot \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos(\alpha \pm \Delta\alpha)} \cdot \sin((\omega_p \pm \Delta\omega) \cdot t)$

Conclusions. The application of the proposed method of controlling the work of adaptive vibration technological machines will allow to optimize the process of their control and ensure optimal modes of operation with minimal energy consumption for the vibration drive. The reduction in energy consumption is due to the fact that such control allows faster correction of the non-resonant mode of operation, and as a result, the machine will work less time in economically unprofitable non-resonant modes. In addition, this method minimizes sharp increases in the amplitude of oscillations in transient processes, which are usually observed when the loading mass changes or the operating modes and parameters of the technological process change. The application of the proposed adjustable electromechanical unbalanced vibration drive of vibrating technological machines will allow to optimize the process of controlling them and ensure optimal resonant modes of operation with minimal energy consumption for the vibration drive. The reduction in energy consumption is due to the fact that such control allows faster correction of the non-resonant mode of operation, and as a result, the machine will work less time in economically unprofitable non-resonant modes.

Literature:

1. Vibratsiynyy zhyvyl'nyk: A.s. № 541740, MKY B 65 G 27/00, V. P. Chayka, V. A. Pashystyy. № 2117850/03; Zayavleno 10.04.75; Opubl. 05.01.77; Byul. № 1.
2. Elektromahnitnyy vibropriyvod zhyvyl'nyka: A.s. № 776961, MKY B 65 G 27/24, L. P. Rybak, A. P. Shovkun. № 2546510/2703; Zayavleno 21.11.77; Opubl. 07.11.80; Byul. № 41.
3. Pat. 10971 A Ukrayina, B65BG27/24. Sposib keruvannya robotoyu mashyny iz kolyvnymy rukhamy robochykh orhaniv. P. S. Bernyk, R. V. Chubyk, V. A. Pashystyy. (Ukrayina). № 200502375; Opubl. 15.12.2005; Byul. № 12.
4. Yaroshenko L.V., Chubyk R. V. Kerovani vibratsiyni tekhnolohichni mashyny. Monohrafiya. Vinnytsya: VNAU, 2011. 355s. ISBN9789662462357;.
5. Yaroshenko L.V. Vibratsiyni tekhnolohichni mashyny iz vertykal'nym pryvodnym valom: Monohrafiya. Vinnytsya: TVORY, 2023. 280 s. ISBN 978-617-552-252-3

6. Yaroshenko L.V., Chubyk R. V., Zraylo N.M. Kerovanyy debalansnyy vibrozbudzhuvach dlya avtomatyzovanykh vibratsiynykh mashyn. Tekhnika enerhetyka transport APK. 2017. № 2 (97). S. 123-128.

Денис МАЦИПУРА²⁴,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СУЧАСНІ СИСТЕМИ, АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА АПК

Анотація. У статті розглянуто сучасні системи автономного енергозабезпечення, що використовуються на підприємствах агропромислового комплексу (АПК). Приділено увагу основним типам автономних джерел енергії, таким як сонячна та вітрова енергетика, а також біогазові установки. Проаналізовано переваги та недоліки кожного виду систем, їхню ефективність та економічну доцільність для сільського господарства. Окремо розглянуто системи зберігання енергії, зокрема акумуляторні батареї, та їхній внесок у забезпечення безперебійної роботи підприємств. У статті також висвітлено перспективи розвитку автономного енергозабезпечення для аграрного сектору України, зокрема у контексті зростаючої вартості традиційних енергоносіїв та екологічних переваг.

Ключові слова: енергозабезпечення, джерела енергії, сонячна та вітрова енергетика, сільське господарство, зберігання енергії, аграрний сектор.

Annotation. The article examines modern systems of autonomous energy supply used at enterprises of the agro-industrial complex (APC). Attention is paid to the main types of autonomous energy sources, such as solar and wind energy, as well as biogas plants. The advantages and disadvantages of each type of system, their effectiveness and economic feasibility for agriculture are analyzed. Energy storage systems, in particular batteries, and their contribution to ensuring uninterrupted operation of enterprises are considered separately. The article also highlights the prospects for the development of autonomous energy supply for the agricultural sector of Ukraine, particularly in the context of the growing cost of traditional energy sources and environmental benefits.

Keywords: energy supply, energy sources, solar and wind energy, agriculture, energy storage, agricultural sector.

Вступ. Автономне енергозабезпечення – це комплекс технічних рішень,

²⁴Науковий керівник – Купчук І.М., к.т.н. доцент, доцент кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК.

що дозволяють підприємствам АПК функціонувати незалежно від централізованих джерел електропостачання. Це стає особливо актуальним у сільських районах, де мережа часто нестабільна.

Ціль статті – розглянути основні сучасні технології та системи, які використовуються для автономного енергозабезпечення підприємств АПК, їх переваги та виклики, а також перспективи розвитку в Україні.

Виклад основного матеріалу. Сонячні панелі стали популярним вибором для багатьох підприємств. Вони ефективні у виробництві електроенергії, особливо у південних регіонах з великою кількістю сонячних днів. Зазвичай використовуються кремнієві панелі, а для оптимізації виробництва використовують трекінгові системи, що слідкують за положенням сонця. Перевагами використання є екологічна чистота та відсутність шкідливих викидів; високий рівень автономності при наявності акумуляторних систем зберігання. Серед основних недоліків можна відмітити залежність від погодних умов та початкові інвестиції в обладнання та інфраструктуру.

Таблиця 1

Ефективність сонячних панелей в залежності від місця розташування

Регіон	Середньорічна кількість сонячних днів	Встановлена потужність (кВт/м ²)	Очікувана генерація енергії (кВт·год/рік)
Південь	220	1,5	3000
Центр	190	1,3	2500
Північ	150	1,0	2000

Вітрові електростанції є ефективними у регіонах з високою середньорічною швидкістю вітру. Особливо популярні в районах з відкритими просторами, де вітер постійно дує. Перевагами використання є здатність працювати вночі та в будь-який час року, мінімальні експлуатаційні витрати. Серед основних недоліків можна відмітити потребу в значних площах для розміщення турбін, шумове та візуальне забруднення.

Біогазові установки дають можливість переробляти аграрні відходи (гній, залишки рослин) у біогаз, який використовується для виробництва електроенергії. Перевагами використання є можливість утилізації відходів та виробництво енергії, незалежність від погодних умов та сталість виробництва енергії. Серед основних недоліків можна відмітити потребу в постійному постачанні біомаси, висока вартість будівництва та обслуговування установок.

Таблиця 2

Основні типи джерел автономного енергозабезпечення

Джерело енергії	Початкові витрати	Операційні витрати	Екологічний вплив	Переваги	Недоліки
Сонячні панелі	Високі	Низькі	Мінімальний	Висока надійність, довговічність	Залежність від погоди
Вітрові турбіни	Високі	Низькі	Низький	Виробництво енергії вночі	Потребують відкритих

Продовження таблиці 2

Біогазові установки	Середні	Середні	Помірний	Утилізація відходів	Потребують постійного постачання біомаси
---------------------	---------	---------	----------	---------------------	--

Системи зберігання енергії. Для забезпечення безперервності енергопостачання потрібні системи зберігання енергії, такі як акумулятори, які накопичують енергію у періоди надлишкового виробництва та віддають її при необхідності.

Сучасні літій-іонні акумулятори, що відрізняються високою щільністю енергії та тривалим терміном служби, найчастіше застосовуються у підприємствах АПК. Альтернативи включають свинцево-кислотні акумулятори та інноваційні батареї на основі твердої фази.

Таблиця 3

Основні типи акумуляторів для зберігання енергії

Тип акумулятора	Переваги	Недоліки	Середня вартість (USD/кВт·год)
Літій-іонний	Висока щільність енергії, довгий термін служби	Висока вартість, ризик займання	137
Свинцево-кислотний	Низька вартість	Короткий термін служби, токсичні матеріали	50
Нікель-кадмієвий	Витримує низькі температури	Висока вартість, токсичні метали	200

Для оптимізації роботи автономних систем впроваджуються інтелектуальні системи керування, що дозволяють прогнозувати потребу в електроенергії, обирати джерела енергії та управляти запасами. Переваги та виклики впровадження автономних систем Перевагами використання є: зменшення залежності від централізованих джерел енергії, зменшення витрат на енергопостачання у довгостроковій перспективі, підвищення стійкості підприємства до коливань цін на енергоносії. Серед основних викликів можна назвати: початкові капіталовкладення та необхідність у кваліфікованому персоналі для обслуговування систем, залежність деяких технологій від природних умов, потреба у вирішенні питань зберігання та утилізації компонентів.

Зростання вартості традиційних енергоносіїв та підтримка державних програм роблять автономне енергозабезпечення перспективним напрямком для українського АПК. Сучасні дослідження та технологічні розробки вказують на збільшення ефективності та доступності систем, таких як біогазові установки, сонячні та вітрові електростанції.

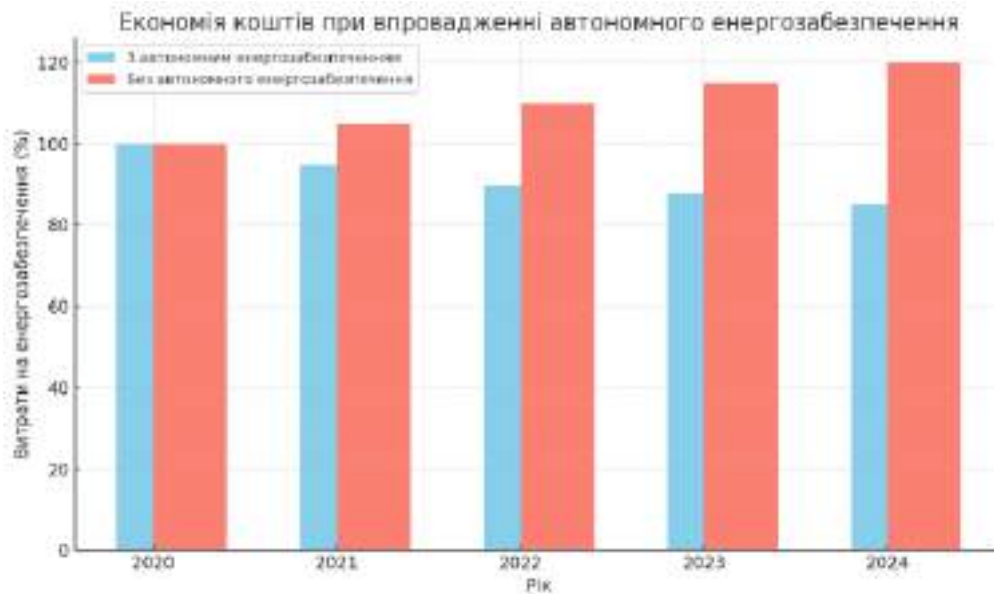


Рис. 1 – Економія коштів при впровадженні автономного енергозабезпечення

На графіку показано порівняння витрат на енергозабезпечення підприємств агропромислового комплексу за умови впровадження автономних систем та без них у період з 2020 по 2024 рік. Видно, що підприємства, які використовують автономні системи, знижують свої витрати на енергопостачання, тоді як витрати для підприємств без автономного енергозабезпечення стабільно зростають. Це підтверджує економічну доцільність переходу на автономне енергозабезпечення у довгостроковій перспективі.

Висновки. Автономне енергозабезпечення в агропромисловому комплексі (АПК) стає все більш важливим через низку факторів. Перш за все, використання автономних джерел енергії, таких як сонячні батареї, вітрові турбіни та біогазові установки, допомагає знизити залежність від зовнішніх енергопостачальників. Це дає змогу підприємствам в АПК стати більш незалежними від коливань цін на енергоносії та ризиків перебоїв у постачанні. Враховуючи постійне зростання вартості енергоресурсів, впровадження таких технологій є економічно вигідним. Окрім економії, автономне енергозабезпечення сприяє розвитку екологічно стійких методів виробництва. Використання відновлюваних джерел енергії допомагає зменшити викиди парникових газів, що є особливо важливим у контексті глобальних змін клімату.

Екологічно чиста енергія не тільки відповідає сучасним вимогам сталого розвитку, але й покращує репутацію підприємств серед екологічно свідомих споживачів. До того ж автономне енергозабезпечення сприяє інноваційному розвитку АПК, дозволяючи аграрним підприємствам застосовувати новітні технології для підвищення продуктивності. Наприклад, використання дронів, автоматизації процесів вирощування та збору врожаю потребує стабільного та надійного джерела енергії, яке може забезпечити тільки автономна енергосистема. Таким чином, автономне енергозабезпечення є важливою складовою успішного та сталого розвитку агропромислового комплексу,

забезпечуючи економічні, екологічні та технологічні переваги для підприємств цього сектору.

Список використаних джерел:

1. Печенюк, М. Г. Альтернативні джерела енергії в агропромисловому комплексі. Київ: Вид-во НАУ, 2018. 240 с.
2. Сахарук, П. В., Дуброва, Т. А. Енергоефективні технології для підприємств АПК. Харків: Фоліо, 2020. 180 с.
3. Сидоренко, О. В. Перспективи розвитку вітрової енергетики на підприємствах АПК // *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2021. № 1. С. 45–52.
4. Іваненко, Л. О., та Бойко, І. В. Використання сонячної енергетики у сільському господарстві // *Науковий вісник НУБіП України*. 2022. Т. 312. С. 80–87.
5. Міністерство енергетики України. Національна стратегія розвитку відновлюваної енергетики. URL: <https://mpe.kmu.gov.ua> (дата звернення: 14.09.2024).
6. Держенергоефективності. Енергозберігаючі технології в аграрному секторі. URL: <https://saee.gov.ua> (дата звернення: 14.09.2024).

Владислав ХРИЩЕНЮК²⁵,
магістрант 1-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОЗНАКИ ЖАТОК ТА ПРИСТОСУВАНЬ ДЛЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКА

***Анотація.** Соняшник - основна олійна культура, що вирощується в нашій країні. Для скошування соняшнику зернозбиральними комбайнами застосовують такі технічні засоби: адаптери, жниварки та пристрої, що оснащені ліфтерами, ланцюговими транспортерами стебел і кошиків, транспортерами або жолобами для насіння. Метою даної статті є аналіз конструкцій адаптерів, жниварок та пристосувань для скошування соняшнику, а також виділення їх класифікаційних ознак та особливостей. У роботі здійснений аналіз конструкцій адаптерів, жниварок та пристосувань для скошування соняшнику, що дозволив виділити такі основні технічні засоби: пристосування з лопатевим мотопилою, який використовують у жниварках для збирання зернових колосових культур, переобладнані під збирання соняшника; адаптери, оснащені ліфтерами - ланцюговими транспортерами стебел і стрічковими транспортерами насіння*

²⁵Науковий керівник - к.т.н., доцент Холодюк О.В., кафедра агроінженерії і технічного сервісу

або вібростолами; адаптери, оснащені ланцюговими транспортерами стебел і жолобами для сипання насіння; пристосування, оснащені трубним мотовилом із захватами; жниварки з направляючою пластиною і відривним вальцем; жниварки з гелікоїдальним мотовилом та захопленнями. Наведена класифікація адаптерів, жниварок та пристроїв дозволяє вибрати ті ознаки, які сприятимуть підвищити якість збирання соняшника за рахунок реалізації технічних рішень, спрямованих на зниження втрат насіння при використанні зернозбиральних комбайнів.

Ключові слова: жатка, адаптер, пристосування, зернозбиральний комбайн, класифікація, соняшник.

Annotation. Sunflower is the main oil crop grown in our country. The following technical means are used to mow sunflower with combine harvesters: adapters, harvesters and devices equipped with lifters, chain conveyors of stems and baskets, conveyors or seed chutes. The purpose of this article is to analyze the designs of adapters, harvesters and devices for mowing sunflowers, as well as to highlight their classification features and features. The work analyzed the designs of adapters, harvesters and devices for mowing sunflowers, which made it possible to identify the following main technical means: devices with a blade reel, which are used by harvesters for harvesting grain ear crops, converted for harvesting sunflowers; adapters equipped with lifters - chain conveyors of stems and belt conveyors of oil seeds or vibrating tables; adapters equipped with chain conveyors for stems and chutes for seeding; devices equipped with a pipe reel with grips; harvesters with a guide plate and a tear-off roller; harvesters with a helical reel and grips. The given classification of adapters, harvesters and devices for harvesting allows you to choose those characteristics that will contribute to improving the quality of sunflower harvesting due to the implementation of technical solutions aimed at reducing seed losses when using grain harvesters.

Key words: harvester, adapter, device, combine harvester, classification, sunflower.

Вступ. Соняшник - основна олійна культура, що вирощується в нашій країні. На його частку припадає до 70 % посівних площ від усіх олійних культур, до 80 % валового збору олійного насіння та 90 % вироблення олії [1].

Висока прибутковість цієї культури, зростаючі обсяги переробки, експортна привабливість призвели до того, що в Україні посівні площі під соняшником останні десятиліття постійно збільшуються.

Завершальним технологічним процесом вирощування соняшника є його збирання [1, 2]. Від організації та якості роботи технічних засобів збирання залежить, наскільки фактична врожайність культури буде меншою за біологічну. Показниками, що характеризують якість збирального процесу соняшнику відповідно до технічних умов, є: втрати насіння за жнивваркою, пошкодження насіння (дроблення та луцення) і вміст рослинних домішок у бункері комбайна у відсотковому відношенні до маси вороху, що подається на верхній решітний

стан повітряно-решітчастого очисника.

За даними протоколів випробувань зернозбиральних комбайнів на збиранні соняшнику та літературних джерел, втрати насіння за жнивваркою, дроблення та луцення за молотильно-сепаруючим пристроєм, вміст домішок у бункерному вороху досягають разом 20 % [2].

Існуючі технології збирання соняшника засновані на використанні адаптерів та пристосувань до зернозбиральних комбайнів, що дозволяють підвищити якість збирального процесу та продуктивність комбайна при мінімальних трудо- та енерговитратах [3].

Постановка завдання. Метою даної статті є аналіз конструкцій адаптерів, жнивварок та пристосувань для скошування соняшнику, а також виділення їх класифікаційних ознак, що дозволить підвищити якість збирання соняшника за рахунок реалізації технічних рішень, спрямованих на зниження втрат насіння при використанні зернозбиральних комбайнів.

Виклад основного матеріалу. Період збирання соняшника обмежений агротехнічними термінами, тому від рівня технічного оснащення процесу збирання залежить якість виконання.

При збиранні соняшнику зернозбиральними комбайнами із пристосуванням для збирання соняшника, адаптерів слід дотримуватися наступних агротехнічних вимог: врожайність насіння – не менше 7–35 ц/га; вологість насіння – 12–14 %; вологість ґрунту у шарі 0–10 см – не більше 20 %; вологість незернової частини – трохи більше 50 %; стиглість кошиків - 80-90 %; висота розташування кошиків – не більше 60 см; вміст насіння в бункері - не менше 95 % [1, 2, 4].

Для скошування соняшнику зернозбиральними комбайнами застосовують такі технічні засоби: адаптери, жнивварки та пристрої, оснащені ліфтерами, ланцюговими транспортерами стебел і кошиків, транспортерами або жолобами для насіння [1, 2].

Жнивварки або пристосування для збирання соняшника оснащують мотовилами та стеблопідіймачами. Є також пристосування для збирання соняшника, які є комплектом робочих елементів, що встановлюються на базові жнивварки комбайнів. Найбільш поширений варіант - пристосування, яке складається з дільників, що закріплюються на нерухомих сегментах різальних апаратів, бічних фартухів, і вітрового щита, що монтується за жнивваркою [4].

На основі аналізу конструкцій адаптерів, жнивварок та пристосувань для скошування соняшнику, можна виділити такі основні технічні засоби:

1. Пристосування з лопатевим мотовилом. Використовують жнивварки для

збирання зернових колосових культур, переобладнані під збирання соняшника;

2. Адаптери, оснащені ліфтерами - ланцюговими транспортерами стебел і стрічковими транспортерами насіння або вібростолами;
3. Адаптери, оснащені ланцюговими транспортерами стебел і жолобами для сипання олійного насіння;
4. Пристосування, оснащені трубним мотовилом із захватами;
5. Жниварки з направляючою пластиною і відривним вальцем;
6. Жниварки з гелікоїдальним мотовилом та захопленнями.

Нині ринок технічних засобів для збирання соняшнику насичений різними адаптерами, жниварками та пристосуваннями вітчизняного та зарубіжного виробництва [3, 4, 5].

Конструкції робочих органів існуючих серійних адаптерів для збирання соняшнику орієнтовані на фізико-механічні особливості та геометричні параметри цієї культури [1, 5].

Технічні засоби, що застосовуються для збирання соняшнику, можна класифікувати за виконанням наступним чином:

- адаптери з транспортерами, вібростолами та жолобами для насіння;
- жниварки;
- пристосування до жниварок з мотовилом, напрямними пластинами та кожухами.

Адаптери і пристосування з транспортерами насіння розрізняються по конструкції, ширині захоплення і числу рядків, що збираються. Вони можуть бути із цільною рамою шириною захвату 4,2; 5,6; 6,3; 7,0 і 8,4 м, числом рядків 6, 8, 9, 10 і 12, а також з рамою, що складається шириною захвату 9,1; 9,8; 11,2; 12,6; 14 і 16,1 м і числом рядків 14, 15, 16, 18, 20 і 23. По напрямку збирання адаптери можуть бути рядковими та безрядковими. Рядкові адаптери оснащують ліфтерами, транспортерами стебел і насіння; ліфтерами, транспортерами стебел та вібростолом; ліфтерами, транспортерами стебел і жолобами для насіння. Безрядкові адаптери обладнають ліфтерами, транспортерами стебел і жолобами для насіння.

Адаптери з ліфтерами, транспортерами стебел і насіння, а також вібростіл розрізняються по конструкції дільників (цілісні або складаються); за формою та матеріалом дільників (призматичні, конусні, сталеві, алюмінієві та пластикові). Адаптери з ліфтерами, транспортерами стебел та жолобами розрізняються за матеріалом наконечників та обшивки (сталеві, алюмінієві та технополімерні). Вони мають можливість регулювання зазору між ліфтерами залежно від ширини міжряддя: 40-45, 50-75, 70-75, 75-100 см.

В результаті виконаного аналізу складено класифікацію адаптерів для збирання соняшнику (рис. 1).

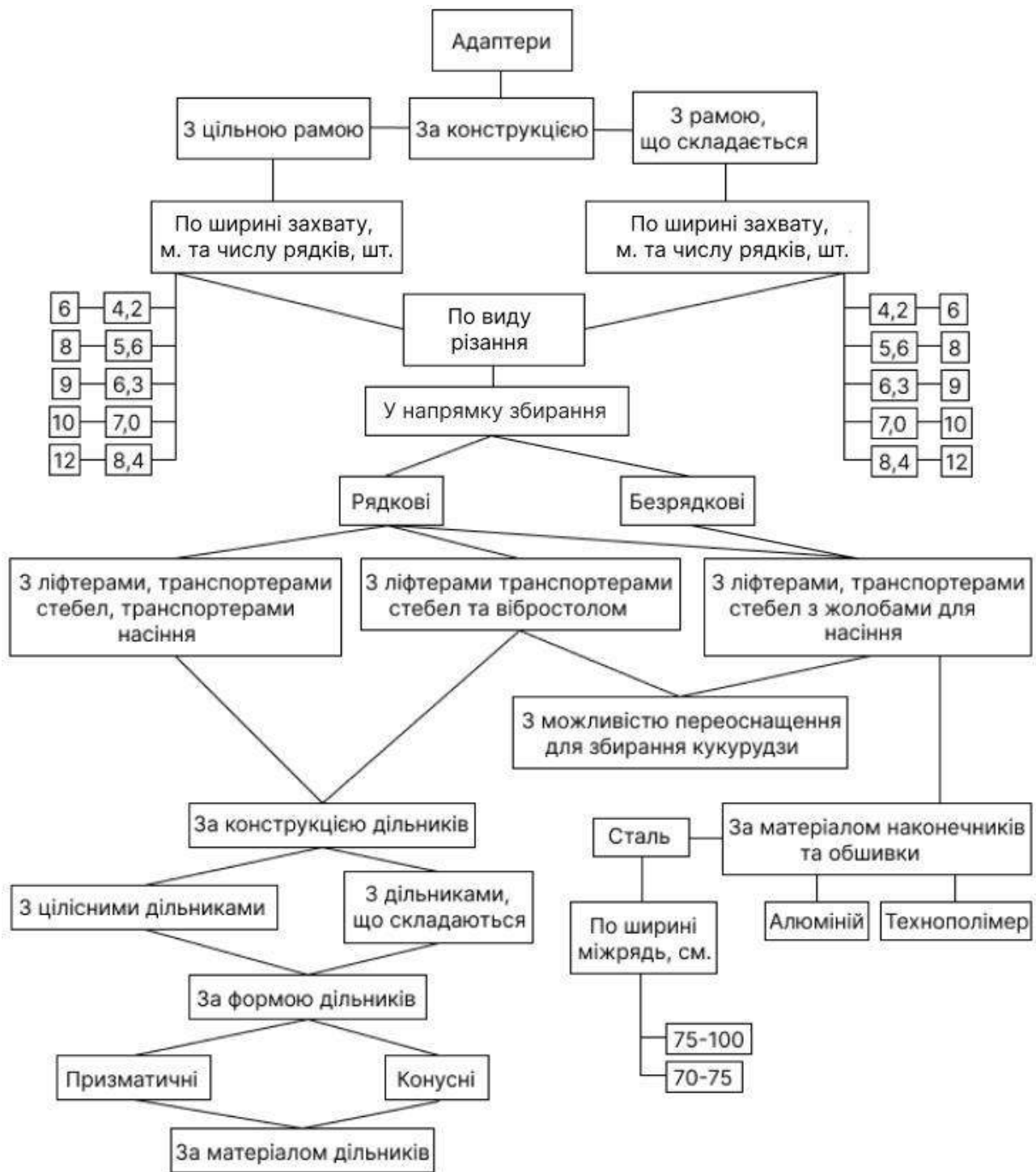
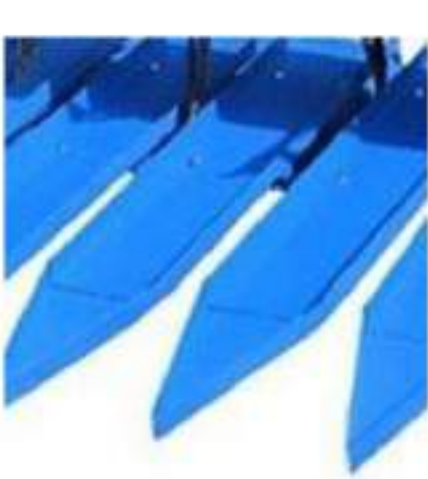


Рис. 1. Класифікація адаптерів для збирання соняшника

Жниварки та пристосування з мотовилом, прямою пластиною або захисним кожухом розрізняють за наступною ознакою. У напрямку збирання – рядкові та безрядкові. На безрядковий спосіб орієнтовані жниварки з гелікоїдальним мотовилом та захисним кожухом. За виконанням наконечника дільників жниварки та пристосування бувають з відкритою носовою частиною, модифікації ПС, «Ліфтер», УПЗ, та із закритою носовою частиною – жниварки

для безрядкового прибирання Sunfloro New, Geringhoff Sun Lite, Capello Helianthus, Zaffrani Sun 740, John Greaves Dominoni Free Sun (рис. 2). Існують жниварки з насадкою на дільник – Sunspeed та її аналог Maizco. Вони укомплектовані змінними дільниками.



а



б



в

Рис. 2. Дільники пристроїв для скошування соняшнику: а – з відкритою носовою частиною; б – з насадкою; в – із закритою носовою частиною

Жниварки та пристосування з мотовилом оснащені лопатевим або трубним мотовилом із захватами та упорами, гелікоїдальним мотовилом із зубцями та із шнеком-мотовилом. У деяких конструкціях передбачено можливість регулювання зазору між дільниками [4, 5].

На підставі виконаного аналізу розроблено класифікацію жниварок та пристроїв для збирання соняшнику (рис. 3).

Висновки. Проведений аналіз технічних засобів збирання соняшнику дозволяє зробити висновок, що процес збирання здійснюється серійними зернозбиральними комбайнами з відповідним переобладнанням. Комбайни обладнують додатковими пристроями, модернізують молотильно-сепаруючі пристрої та замінюють решета очисної системи на спеціальні. Проте в процесі збирання соняшнику спостерігаються значні втрати, які можуть досягати 20 %.

З аналізу конструкцій адаптерів, жниварок та пристосувань для скошування соняшнику, виділені такі основні технічні засоби:

- пристосування з лопатевим мотовилом. Використовують жниварки для збирання зернових колосових культур, переобладнані під збирання соняшника;
- адаптери, оснащені ліфтерами - ланцюговими транспортерами стебел і стрічковими транспортерами насіння або вібростолами;
- адаптери, оснащені ланцюговими транспортерами стебел і жолобами для сипання насіння;
- пристосування, оснащені трубним мотовилом із захватами;

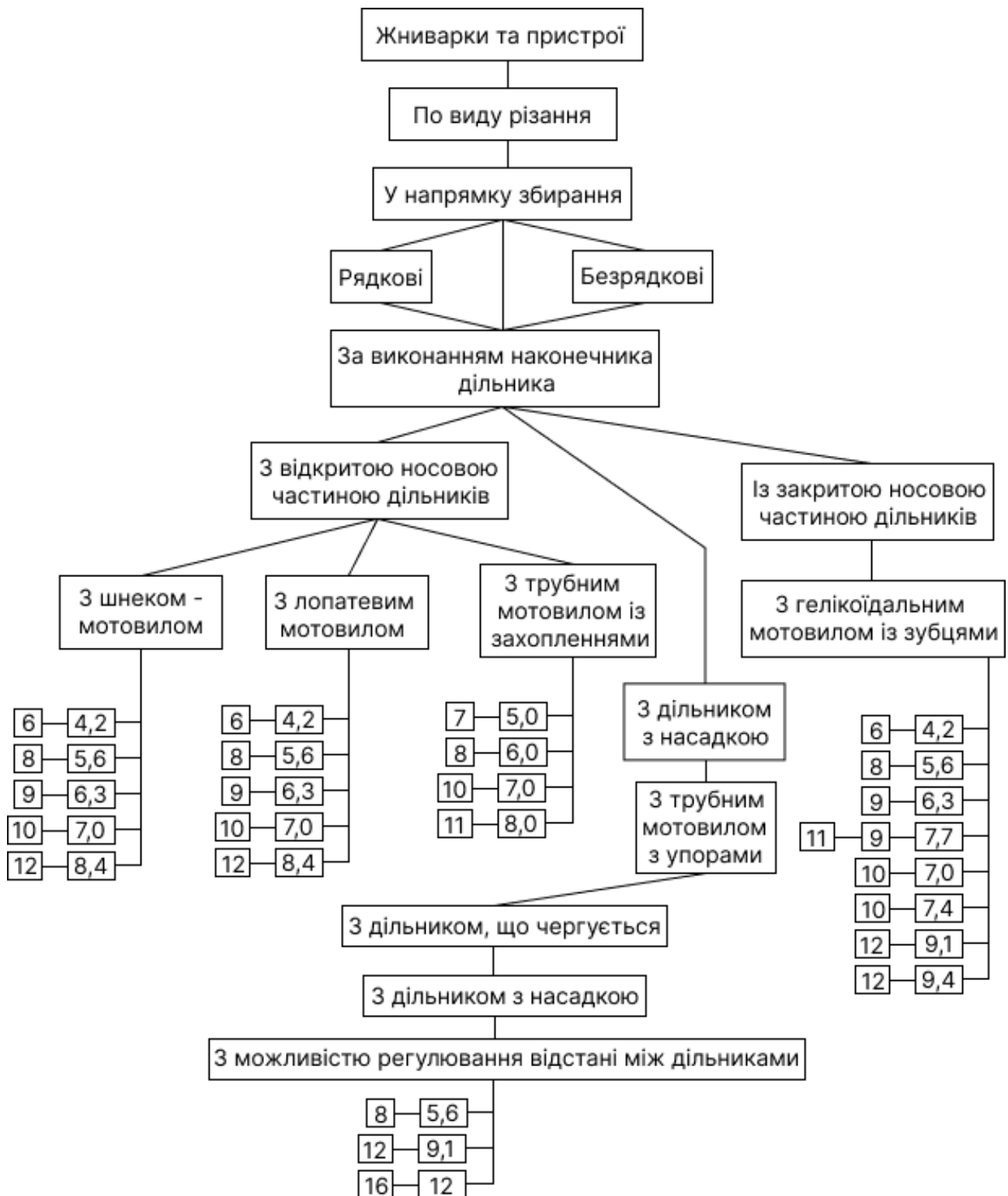


Рис. 3. Класифікацію жниварок та пристроїв для збирання соняшнику

- жниварки з направляючою пластиною і відривним вальцем;
- жниварки з гелікоїдальним мотопилом та захопленнями.

Наведена класифікація адаптерів, жниварок та пристроїв дозволяє вибрати ті ознаки, які сприятимуть підвищити якість збирання соняшника за рахунок реалізації технічних рішень, спрямованих на зниження втрат насіння при використанні зернозбиральних комбайнів.

Список використаної літератури

1. Машины для збирання зернових та технічних культур: Посібник. За ред. В.І. Кравчука. Дослідницьке. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 296 с.
2. Макаренко М., Мельник О. Комбайни зернозбиральні : навч. посібн. для здобувач. проф. (проф.-тех.) освіти. Київ: Грамота, 2023. 256 с.
3. Алієв А. Жатки для збирання соняшнику. *Пропозиція*. 2019. № 8. С. 25-28.
4. Вдовенко В. Огляд ринку жаток для збирання соняшнику. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 10. С. 43-46.
5. Жатки для збирання соняшнику. URL: https://vagro.in.ua/ua/g87493498-zhatki-dlya-uborki?srsltid=AfmBOooGZFNTyxXu9QXmhcgX3uG4OsUq8TTROTCLTP_xr4fRZ2F06p2U (дата звернення 05.09.2024).

НАПРЯМ

4

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Олександр БАНАХ²⁶,

студент 2 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СОЛОМОНАПРАВЛЯЧА ЩІЛЮВАЧА

***Анотація.** Розглядається питання накопичення і заощадження ґрунтової вологи за рахунок використання щілювача з додатковими робочими органами, що дозволяють проводити вертикальне мульчування ґрунту. Встановлено, що для підвищення ефективності щілювання необхідно закладати в щілину солому, яка зміцнить стінки щілини, тим самим збільшить період їх функціонування, знизить втрати вологи на випаровування. Зазначено, що на сьогоднішній день в нашій країні не існує промислового зразка щілювача для вертикального мульчування ґрунту.*

***Ключові слова:** ґрунт, щілювач, технологія, солома, диск, щільність, ерозія, агрегат, ефективність, щілина, соломонаправляч.*

***Annotation.** The question of accumulation and saving of soil moisture due to the use of a compactor with additional working bodies that allow vertical mulching of the soil is considered. It has been established that in order to increase the efficiency of splitting, it is necessary to lay straw in the gap, which will strengthen the walls of the gap, thereby increasing the period of their operation, and reducing the loss of moisture due to evaporation. It is noted that today in our country there is no industrial model of compactor for vertical soil mulching.*

***Keywords:** soil, compactor, technology, straw, disk, density, erosion, aggregate, efficiency, slot, straw guide.*

²⁶Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Вступ. Сильний прояв ерозійних процесів на орних землях пов'язаний з тим, що при їх використанні часто недостатньо повно враховуються особливі вимоги до обробітку ґрунтів на схилах. Вся система обробітку ґрунтів на схилах повинна бути побудована так, щоб на кожній ділянці поля протягом усього року вона попереджала прояв ерозії. Необхідно, щоб всі види обробітку ґрунтів на схилах, крім їх прямих призначень, обов'язково запобігали ерозії [1].

У районах з нестійким і недостатнім зволоженням система обробітку ґрунтів на схилах покликана забезпечувати максимальне всмоктування в ґрунт всіх опадів, що випадають і попереджати зайву втрату вологи з поверхні ґрунту на випаровування. Обробіток ґрунтів на схилах повинен попереджати ерозію, сприяти збереженню та поліпшенню ґрунтової структури, створювати всі умови для гарного розвитку рослин і отримання високих врожаїв вирощуваних культур.

Виклад основного матеріал. За результатами аналізу літературних і патентних джерел нами розроблений сільськогосподарський агрегат для нарізки водопоглинаючих щілин з одночасним мульчування їх солом'ю (рис.1).

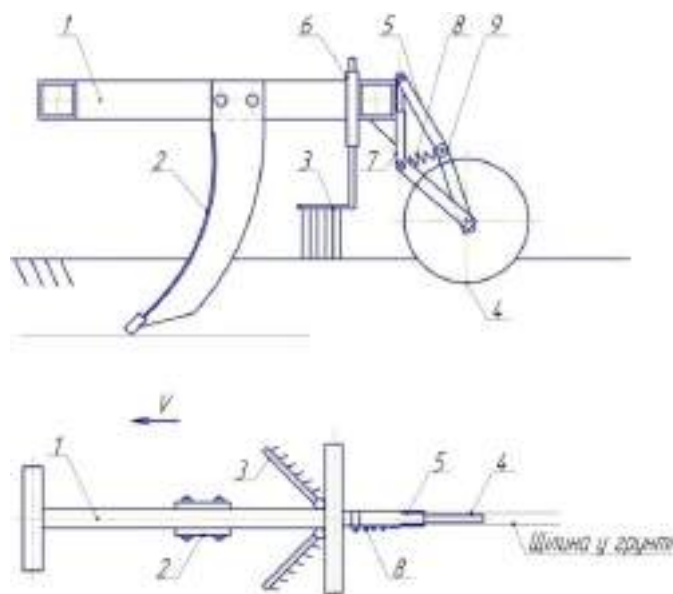


Рис.1. Конструктивно-технологічна схема щілювача: 1 – зварна рама; 2 – робочий орган (щілиноріз); 3 – граблини соломонаправлячі; 4 – солomezароблюючий диск; 5 – паралелограмний механізм; 6, 7 – пристрої для регулювання; 8 – пружина; 9 – обмежувач

Знаряддя складається із зварної рами 1, щілиноріза 2, соломонаправляча, що складається, в свою чергу, з двох граблин 3 і солomezароблювача, у вигляді круглого диска 4 підвішеного на паралелограмному механізмі 5. Кріплення диска 5 до рами подібним чином забезпечує можливість регулювання його по висоті. Установка граблин під кутом до напрямку руху агрегату, а також регулювання їх по висоті здійснюється з допомогою пристроїв 6 і 7. Установка граблин під кутом до напрямку руху забезпечує збір і подачу соломи на щілину. На паралелограмний механізм встановлена пружина 8 і обмежувач 9.

Розглянемо докладніше принцип роботи агрегату (рис.1). При початку руху агрегату по поверхні поля, рама 1 опускається, тим самим заглиблює

щілювач 2 в ґрунт, що призводить до утворення щілини. При цьому за допомогою граблин 3 (соломонаправляч) відбувається збір соломи і подача її на щілину. Далі диск 4 (соломозароблювача) вносить солому всередину щілини. При попаданні під диск твердого предмета (каменя, іншого твердого матеріалу), диск піднімається, розтуляючи пружину 8, що дозволяє знизити ймовірність поломки соломозароблювача. Після цього диск повертається в початкове положення, що фіксується обмежувачем 9.

До основних конструктивних параметрів соломонаправляча відносяться: довжина граблин l_0 , кут їх установки до напрямку руху γ і відстань між граблинами b_0 (рис. 2) [2-4].

При русі знаряддя здійснюється збір соломистої маси граблинами. У точці контакту граблини з соломою виникає нормальний тиск N (рис. 3). Кут установки граблин лежить в інтервалі $90^\circ > \gamma > 0$, при цьому дотична складова $T = N \cdot \operatorname{tg} \zeta$ призводить до відносного переміщення соломистої маси по робочій стороні граблини. Внаслідок виникає сила тертя $F_{\text{тр}} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$, що перешкоджає цьому переміщенню.

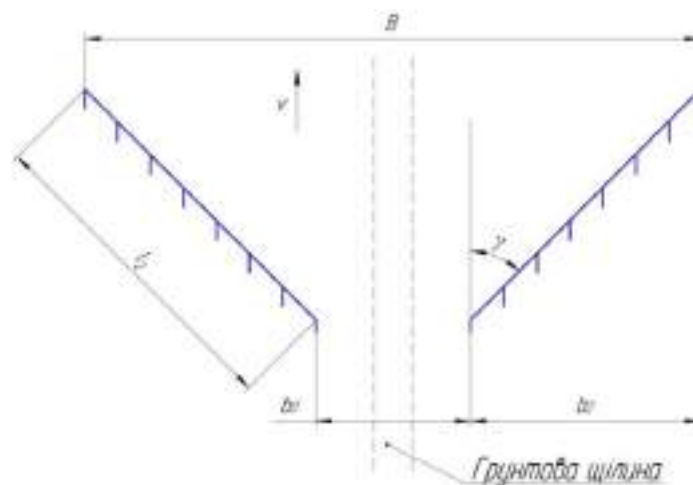


Рис.2. Схема установки соломонаправляча

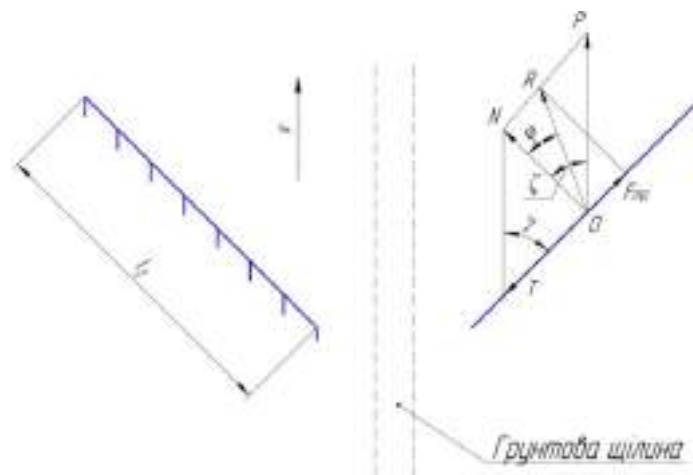


Рис. 3. Схема сил, що діють на частку соломистої маси при контакті з робочою поверхнею граблин соломонаправляча

Необхідно враховувати, що при умовах $\zeta \leq \phi$ і $T \leq F$ відносного переміщення соломистої маси не можливо, тобто відбудеться забивання соломонаправляча.

Тому, виконання умов $\zeta > \phi$ і $T > F$ гарантовано призведе до відносного переміщення соломи по поверхні граблини, а, отже, і до утворення купи соломи над утворюючою щілиною.

Враховуючи, що кут тертя соломи по сталі досягає $21,5^\circ$ [5], а також, що, $\zeta + \phi = 90^\circ$ то максимальне значення кута установки граблин складе $68,5^\circ$

Технологічна довжина граблини l_2 , при певному куті, залежить від необхідної ширини захвату соломонаправляча B . Ширина захвату B повинна забезпечувати збір кількості соломи достатньої для утворення солом'яних каналів, утворення куліс і повітряного простору над дном щілини.

Об'єм соломи, що збирається соломотрясом з шириною захвату B за час проходження відстані, рівним круговому кроку диска p :

$$V_p = \frac{B \cdot p \cdot N_c}{p_c}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

де B – ширина захвату соломонаправляча, м;

N_c – норма розкидання соломи по поверхні поля, кг/м²;

p_c – щільність соломи, кг/м³ ($p_c = 30 \text{ кг/м}^3$).

Підставивши об'єм соломи зароблений за час переміщення диска на один окружний крок V_0 у формулу (1), визначимо необхідну ширину захвату соломонаправляча.

Ширина захвату соломонаправляча:

$$B = \frac{V_0 \cdot p_c}{p \cdot N_c}, \text{ м}, \quad (2)$$

$$B = \frac{p_c \cdot b_u \cdot c^* \cdot m \cdot \left(\frac{1}{c^*} - \frac{2 \cdot \sin \gamma}{\pi} + 1,5 \right)}{N_c}, \text{ м} \quad (3)$$

Ширина захвату одної граблини:

$$b_r = \frac{B - b_0}{2}, \text{ м}, \quad (4)$$

$$b_r = 2 \cdot \left(\frac{p_c \cdot b_u \cdot c^* \cdot m \cdot \left(\frac{1}{c^*} - \frac{2 \cdot \sin \gamma}{\pi} + 1,5 \right)}{N_c} - b_0 \right), \text{ м} \quad (5)$$

Довжина граблини:

$$l_r = \frac{b_r}{\sin \gamma}, \text{ м}, \quad (6)$$

$$l_r = \frac{2}{\sin \gamma} \cdot \left(\frac{p_c \cdot b_{ш} \cdot c^* \cdot m \cdot \left(\frac{1}{c^*} - \frac{2 \cdot \sin \gamma}{\pi} + 1,5 \right)}{N_c} - b_0 \right), \text{ м.} \quad (7)$$

Відстань між граблинами b_0 вибирається з умов не забиття соломонапрячника [5, 6].

З аналітичних отриманих даних видно, що при куті $\gamma=70^\circ$ і вище солома практично не переміщається в горизонтальному напрямку, тобто відбувається забивання. Найбільша кількість соломи переміщається при, $\gamma \approx 38-59^\circ$, при чому з зменшення кута γ (від 40 до 20) інтенсивність процесу також зростає, але значно скорочується ширина захвату соломонаправляча, тому в цілому кількість переміщеної соломи знижується. Таким чином, оптимальне значення кута установки соломонаправляча знаходиться в інтервалі $\gamma = 55 - 45^\circ$ (рис. 4).

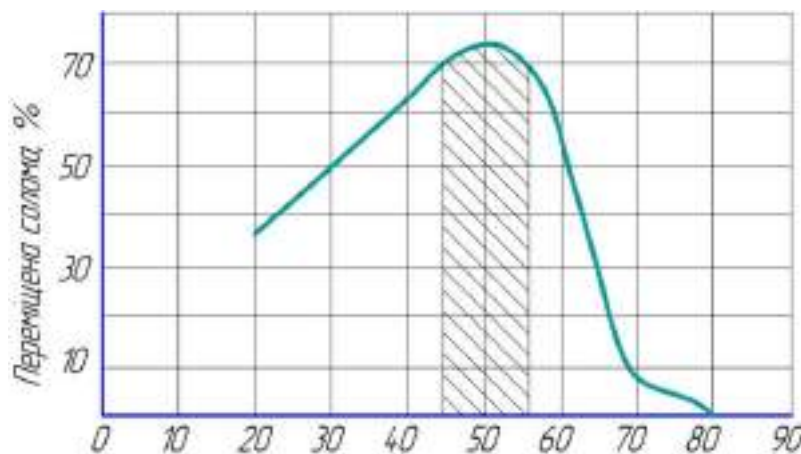


Рис. 4. Графік залежності відсотка переміщеної соломи від кута фіксації граблін соломонаправляча

Висновки. Розроблено конструкцію щілювача з додатковими робочими органами для вертикального мульчування ґрунту соломною. Обґрунтовано основні конструктивні параметри соломонаправляча. Визначено оптимальне значення кута установки граблін соломонаправляча $\gamma = 55^\circ$, технологічну довжину граблін l_r , яка повинна забезпечувати ширину захвату B , при якій кількість зібраної соломи достатньо для утворення солом'яних каналів.

Список використаної літератури.

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Горобей В.П. Актуальні аспекти розвитку механізації дослідних робіт в рослинництві. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 5–12.
2. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.
3. Твердохліб І.В., Борисюк Д.В., Захарчук С.А., Петрович Є.В. «Перспективи розвитку машин для обробітку ґрунту». *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. 2015. Вип. №2 (90)

С. 5–9

4. Ковбаса В.П. Фізичні рівняння деформування ґрунту з суттєвим проявом в'язкопластичних властивостей. *Motrol: Motorization and power industry in agriculture*. 2011. Том 13 В. Р. 92–97.

5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

В'ячеслав БАЗАЛИЦЬКИЙ²⁷,
магістрант 1-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДБИРАЮЧОЇ ПОВЕРХНІ ПРУЖИННОГО ПАЛЬЦЯ ПІДБИРАЧА КОМБАЙНА

***Анотація.** Розглянута можливість зниження втрат зерна при підборі валків хлібної маси шляхом вдосконалення підбираючої поверхні пружинного пальця транспортерного підбирача зернозбирального комбайна. Проведений аналіз взаємодії пружинного пальця транспортерної стрічки підбирача з хлібною масою валка, свідчить про доцільність зменшення негативного впливу відцентрової сили, яка прагне скинути рослинну масу валка з підбираючої поверхні пружинного пальця. В результаті теоретичних досліджень отримано аналітичні залежності, які характеризують зміну геометричних параметрів кільцевого витка на підбираючій поверхні пружинного пальця.*

***Ключові слова:** хлібна маса, зернозбиральний комбайн, пружний палець, транспортна стрічка, валок.*

***Annotation.** Considered the possibility of reducing grain losses during the selection of rolls of bread mass by improving the picking surface of the spring finger of the conveyor pick-up of the grain harvester. The conducted analysis of the interaction of the spring finger of the conveyor belt of the pick-up with the bread mass of the windrow indicates the feasibility of reducing the negative impact of the centrifugal force, which tends to drop the plant mass of the windrow from the picking surface of the spring finger. As a result of theoretical studies, analytical dependencies were obtained that characterize the change in the geometric parameters of the ring coil on the picking-up surface of the spring finger.*

²⁷Науковий керівник – асистент Шаповалюк С.О., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, інженерно-технологічного факультету, Вінницького національного аграрного університету.

Keywords: bread mass, grain harvester, elastic finger, transport belt, roll.

Вступ. У сільськогосподарських виробників спостерігається тенденція до застосування високопродуктивних зернозбиральних комбайнів сімейств «ДОН», «ACROS», «TORUM», «VECTOR» та аналогічних зарубіжного виробництва, але дані зернозбиральні комбайни вимагають своєї технологічної завантаженості, що здійснюється в основному за рахунок застосування транспортерних підбирачів [1, 2].

Використання транспортерного підбирача, оснащеного серійними пружинними пальцями, не дає необхідного результату при виконанні технологічного процесу підбору валка хлібної маси, так як вони є основним джерелом втрат зерна.

Виклад основного матеріалу. В ході виконання технологічного процесу підбору валка хлібної маси зернозбиральним комбайном, підбирається швидкість руху транспортуючої стрічки таким чином, щоб хлібна маса не вивантажувалась попереду підбирача та переносилася кінцями пружинних пальців. Виходячи з цього положення, швидкість транспортерної стрічки (V_{TP}) повинна дорівнювати поступальній швидкості руху комбайна (V_K), тоді число обертів (c^{-1}) вала транспортерної стрічки можна знайти з виразу (1) [2]:

$$n_B = \frac{60 \cdot V_K}{\pi \cdot D_B} \quad (1)$$

або з виразу (2):

$$n_B = \frac{60 \cdot V_K}{\pi \cdot R_L} \quad (2)$$

де V_K – поступальна швидкість руху зернозбирального комбайну, м/с;

D_B – початковий діаметр валу транспортерної стрічки підбирача, м;

R_L – радіус траєкторії руху транспортної стрічки підбирача на валу, м.

Радіус траєкторії руху транспортної стрічки підбирача на валу визначається виразом (3):

$$R_L = \frac{D_B}{2} + \Delta_L \quad (3)$$

де Δ_L – товщина стрічки, м.

При цьому число зустрічей пружинних пальців (Z_{Π}) з хлібною масою валка за одну секунду рівне:

$$Z_{\Pi} = i \cdot \frac{V_{TP}}{2 \cdot \pi \cdot R_{\Pi}} \quad (4)$$

де i – кількість рядів пружинних пальців на транспортній стрічці підбирача, $i = 20$ шт.;

V_{TP} – колова швидкість транспортерної стрічки підбирача, м/с;

R_{Π} – радіус кінця пружинного підбираючого пальця, м.

Взаємодія пружинного підбираючого пальця з валком хлібної маси представлена на рис. 1.

На рис. 1. R_{Π} – радіус кінця пружинного пальця, м; Δl – довжина пружинного пальця, що виступає над транспортерною стрічкою підбирача, м;

D_B – діаметр вала транспортерної стрічки підбирача м; H_{II} – висота розташування вала транспортерної стрічки над поверхнею поля, м; z_{II} – число рядів пружинних пальців, шт.; S – окружний крок розташування пружинних пальців, м; β – кут відхилення пружинного пальця від його радіального розташування, град.; α_{TP} – кут нахилу транспортерної стрічки до горизонтальної площини, град. $\alpha_{TP}=\gamma$; ω – частота обертання вала транспортерної стрічки, c^{-1} ; V_{II} – робоча швидкість транспортерного підбирача, м/с; $V_{II}=V_K$; V_{KII} – швидкість кінця пружинного пальця, м/с; b – крок розташування пружинних пальців ряду по ширині захвату транспортерного підбирача, $b = 0,02$ м; B – ширина захвату транспортерного підбирача, м; Δh – мінімальний зазор між кінцем пальця і поверхнею поля.

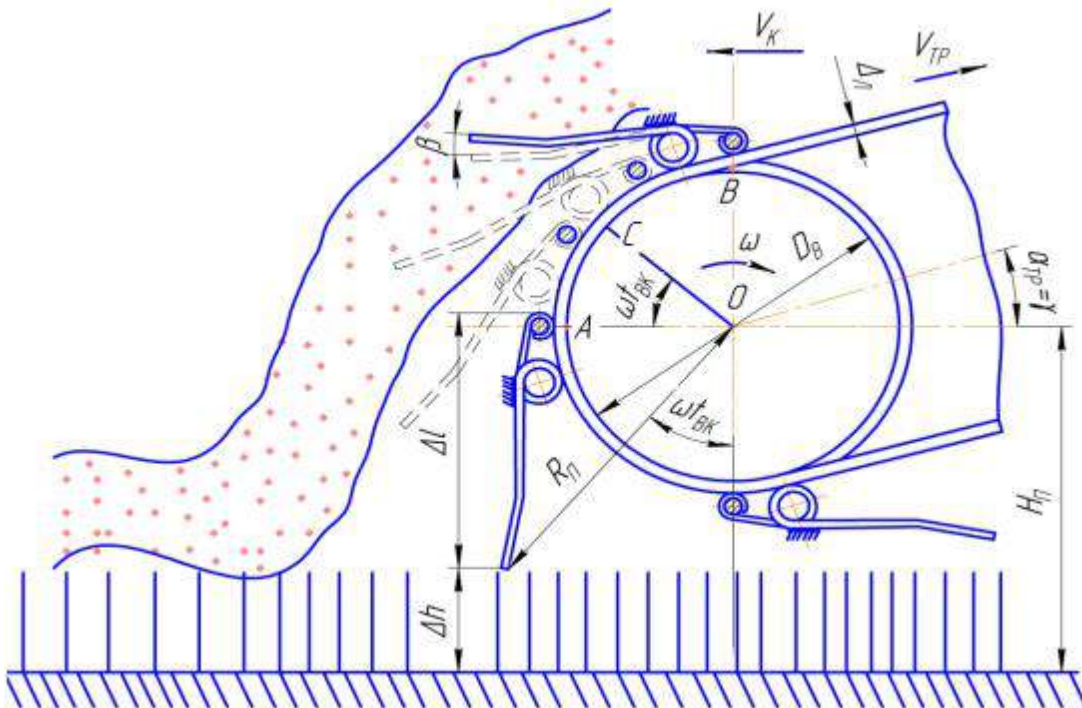


Рис. 1. Схема взаємодії пружинного підбираючого пальця транспортерної стрічки підбирача з хлібною масою валка

З рис. 1. видно, що якщо ряд пружинних пальців знаходиться в точці A , то наступний ряд буде розташований в точці B .

Рух пружинних пальців транспортерної стрічки підбирача складається з поступального і обертового рухів, що забезпечує підйом хлібної маси валка зі стерні і подачі її в живильні органи зернозбирального комбайна.

При цьому, можна виділити три фази взаємодії пружинного пальця з хлібною масою валка:

- 1) зустріч пружинного пальця з валком і початок підйому рослинної маси на відповідну висоту;
- 2) початок транспортування хлібної маси стрічкою до моменту відходу пружинних пальців під нижню гілку стрічки;
- 3) повернення пружинного пальця в точку зустрічі з валком хлібної маси і початку підйому рослинної маси, після чого цикл руху пальців повторюється.

У процесі одного оберту транспортерної стрічки можна розрізнити два періоди роботи:

1) період взаємодії пружинного пальця з валком хлібної маси. При цьому рослинна маса переміщається пружинним пальцем у вертикальній площині, тобто піднімається і потім переміщається транспортерною стрічкою до моменту відходу пружинного пальця під нижню частину транспортерної стрічки;

2) холостий хід пружинного пальця, який складається з уходу під нижню частину транспортерної стрічки до повторної зустрічі з валком хлібної маси.

У цьому випадку траєкторія абсолютного руху кінця пружинного пальця може бути описана в параметричній формі виразами (5) [3]:

$$\begin{aligned}x &= V_0 \cdot t + R \cdot \sin \omega \cdot t, \\y &= H_{\Pi} - R \cdot \cos \omega \cdot t.\end{aligned}\quad (5)$$

Швидкість кінця пружинного пальця на ділянці його повороту (точка *A* і *B*) визначається наступним виразом:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= V_{\Pi} + \omega \cdot R \cdot \cos \omega \cdot t, \\ \dot{y} &= \omega \cdot R \cdot \sin \omega \cdot t.\end{aligned}\quad (6)$$

Тоді прискорення буде визначено виразом (7):

$$\begin{aligned}\ddot{x} &= -\omega^2 R \sin \omega t, \\ \ddot{y} &= \omega^2 R \cos \omega t.\end{aligned}\quad (7)$$

Абсолютна швидкість (*V*) і прискорення (*a*) кінця пружинного пальця (*d*) можна визначити за наступним виразом [3, 4]:

$$\begin{aligned}V &= \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = \sqrt{V_{\Pi}^2 + \omega^2 R^2 + 2V_{\Pi}\omega R \cos \omega t}, \\ a &= \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2} = \omega^2 R_{\Pi}.\end{aligned}\quad (8)$$

В процесі підйому рослинної маси валка істотне значення має параметр (*R_Π*), який визначається виразом (9):

$$R_{\Pi} = \sqrt{\Delta l^2 + R_{\Delta}^2 + 2\Delta l R_{\Delta} \cos \beta}\quad (9)$$

де Δl – довжина пружинного пальця, виступаючого над транспортерною стрічкою підбирача, м;

R_{Δ} – радіус транспортної стрічки підбирача, м;

β – кут відхилу пальця від його радіального положення, град.

Окружний шлях пружинних пальців, тоді рівний:

$$S = \frac{2\pi R_{\Pi}}{N}\quad (10)$$

де *N* – кількість рядів пружинних пальців, розташованих на валу транспортерної стрічки, *N* = 2 шт.

Залежно від значення безрозмірного параметра $\lambda = V_n / V$, ($1 < \lambda < 1$), траєкторія пружинного пальця буде як подовженою, так і укороченою циклоїдою.

При відхиленні пружинного пальця вперед у напрямку обертання транспортерної стрічки циклоїда зміщується в бік відставання, а при відхиленні в зворотному напрямку – трохи випереджає слід нормального розташування пружинного пальця.

Траєкторії пружинних пальців, розташованих на двох сусідніх рядах, можна описати за допомогою таких рівнянь (11) і (12):

$$\begin{aligned} x_1 &= V_{\Pi} t + R_{\Pi} \sin \omega t; \\ y_1 &= H_{\Pi} - R_{\Pi} \cos \omega t. \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} x_2 &= V_{\Pi} t + R_{\Pi} \cdot \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{N} \right); \\ y_2 &= H_{\Pi} - R_{\Pi} \cdot \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{N} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

Різницею ($x_1 - x_2$), являється лінійний крок транспортерного підбирача, який характеризує відстань по горизонталі між відповідними точками на траєкторіях двох послідовно працюючих пальців:

$$L = x_2 - x_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot V_{\Pi}}{N \cdot \omega} = \frac{2\pi \cdot R_{\Pi} \lambda}{N \cdot \omega} = S \cdot \lambda, \quad (13)$$

де $\lambda = \frac{V_{\Pi}}{\omega \cdot R_{\Pi}}$.

$$y_0 = \Delta h + R_{\Pi}(1 - \cos \omega t_{\text{поч}}) \quad (14)$$

де $\omega_{\text{поч}}$ – кут повороту радіус-вектора кінця пружинного пальця, відповідний моменту початку підйому хлібної маси валка, град.

Коли кут повороту радіус-вектора (R_{Π}) кінця пружинного пальця складе $\alpha_{\text{твп}} = 70 - 750$ [3-5], то в цьому випадку відбувається вколювання пальця в хлібну масу валка.

З рівняння (12) випливає, що якість роботи пружинних пальців транспортерного підбирача залежить від довжини ділянки, яка не перекривається траєкторіями двох послідовно працюючих сусідніх пальців, тобто залишається не захоплена площа пальцями, з яких рослинний матеріал підбирається тільки завдяки зв'язності валка хлібної маси.

Крім цього, вираз (8) свідчить, що в момент ($\alpha_{\text{точ}}$), тобто від початку підйому хлібної маси валка і до моменту вколювання ($\alpha_{\text{твк}}$) на хлібну масу, що знаходиться на пружинному пальці, під час його повороту, діє відцентрова сила $F_{\text{вк}} = m_{\text{хл}} \cdot a_{\text{вк}}$, яка прагне скинути рослинний матеріал з пружинного пальця. Однак, в результаті набігання валка хлібної маси на транспортерний підбирач за рахунок поступальної швидкості руху комбайна ($V_{\text{к}}$) утворюються сили інерції, спрямовані горизонтально і сприяють його захвату. Співвідношення цих сил визначає, буде валок хлібної маси підніматися з стерні, або скидатися попереду підбирача.

Негативний вплив відцентрової сили (F) під час взаємодії пружинного пальця з хлібною масою валка можна зменшити за рахунок зміни співвідношення протидії двох сил: це сили тяжіння (G) хлібної маси і сили ($P_{\text{п}}$), що діє з боку пружинних пальців. Оскільки за рахунок їх протидії, відбувається стиснення шару хлібної маси. При цьому, за кожен зустріч ряду пружинних пальців, шар хлібної маси відчуває імпульс сили [3]:

$$F_i = R_i \cdot \Delta t \quad (15)$$

де $P_{II}=P_n(fn-fc)$ – рівнодіюча, що дорівнює різниці сил тертя ряду пружинних пальців об хлібну масу та стебел одного валка хлібної маси відносно іншого;

P_n – нормальний тиск в стислому шарі хлібної маси;

Δt – час тривалості зустрічі, с.

$fn-fc$ – коефіцієнти тертя пальців об стебла валка [6].

Величину сили (P_{II}), що діє з боку пружинних пальців, а також якість їх роботи, можна поліпшити за рахунок зміни геометрії підбірної поверхні пружинного пальця.

У загальному вигляді зміна геометрії підбираючої поверхні пружинного пальця представлено на рис. 2, а його розташування на транспортерній стрічці підбирача показано на рис. 3.

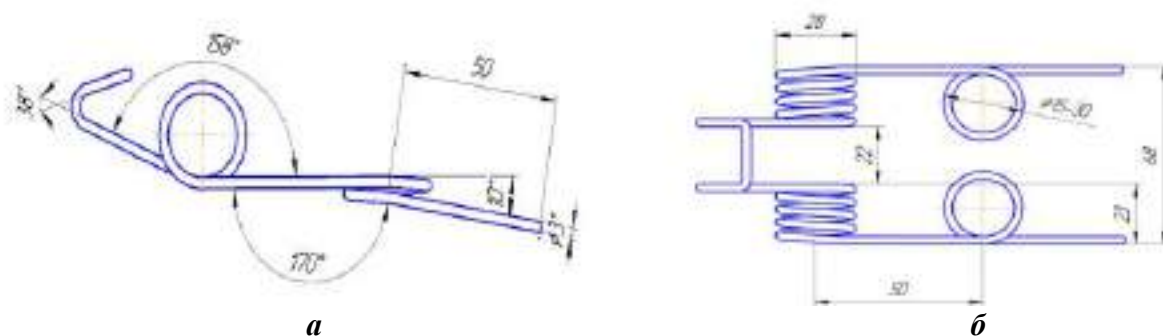


Рис. 2. Загальний вигляд зміни геометрії пружинного пальця
а – вид збоку; б – вид зверху

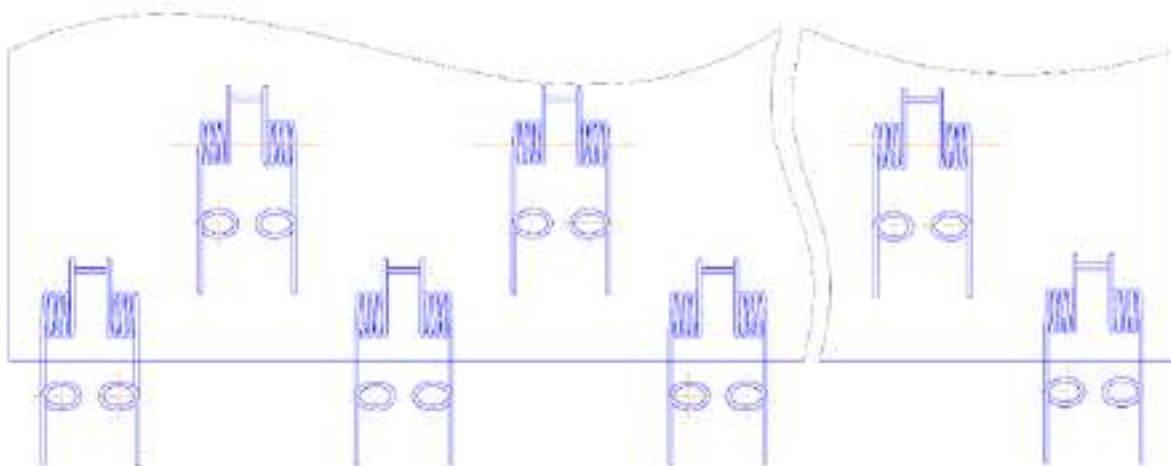


Рис.3. Розташування пружинних пальців зі зміненою геометрією на транспортерній стрічці підбирача

З рис. 2 видно, що за рахунок утворення кільцевого витка на підбірній поверхні пружинного пальця змінюється площа контакту з контактуючим матеріалом, що буде сприяти зменшенню негативного впливу відцентрової сили пружинного пальця на хлібну масу валка.

Висновки. В результаті аналізу взаємодії пружинного пальця транспортерної стрічки підбирача з хлібною масою валка свідчить про доцільності зменшення негативного впливу відцентрової сили, яка прагне

скинути рослинну масу валка з підбираючої поверхні пружинного пальця. Практично, це можна здійснити за рахунок збільшення площі контакту підбираючої поверхні пружинного пальця з хлібною масою, за допомогою утворення кільцевого витка.

Список використаної літератури.

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Горобей В.П. Актуальні аспекти розвитку механізації дослідних робіт в рослинництві. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 5–12.
2. Дудак С.М., Грицака О.М., А.В. Спірін. Кінематика процесу вимолоту зерна зернозбиральними комбайнами. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки*. 2015. №1. С53–56.
3. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та інш. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. Підручник. Київ: Вища освіта, 2005, 464 с.
4. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч. III: Підручник. Київ.: «Хай-Тек-Прес», 2013. 528 с.
5. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького націон. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки*. 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.
6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

Владислав ДЕРУНЕЦЬ²⁸,
студент 3-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ ІЗ МОЖЛИВІСТЮ ДОДАВАННЯ НАНОЧАСТИНОК

Анотація: У статті розглянуто аналіз конструкцій змішувачів для приготування комбікормів з можливістю додавання наночастинок. Проаналізовано різні типи змішувачів, їх конструктивні особливості та ефективність змішування інгредієнтів. Особлива увага приділена можливості рівномірного розподілу наночастинок у кормових сумішах. Отримані результати можуть бути використані для покращення процесів виробництва

²⁸Науковий керівник: доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Сергій Шаргородський.

комбікормів з нанодобавками.

Ключові слова: змішувачі, комбікорми, наночастинки, конструкція змішувачів, нанодобавки, агропромисловість, ефективність змішування.

Annotation: The article discusses the analysis of mixer designs for the preparation of feed with the possibility of adding nanoparticles. Different types of mixers, their design features and efficiency of mixing ingredients are analyzed. Particular attention is paid to the possibility of uniform distribution of nanoparticles in feed mixtures. The results obtained can be used to improve the production of feed with nanosupplements.

Key words: mixers, mixed fodder, nanoparticles, mixer design, nano-additives, agro-industry, mixing efficiency.

Вступ. Сільське господарство - це одна з найважливіших галузей економіки, що вирішує завдання забезпечення населення продуктами живлення й сировиною промислові виробництва. Найбільшу частку фінансових витрат при змісті сільськогосподарських тварин становлять витрати на корми, тому однієї із ключових завдань у тваринництві є створення енергоефективної кормової бази. Фізіологічні потреби тварини зводяться до того, щоб корм був живильним, легко переварювався, охоче поїдався, містив усі необхідні мікроелементи й вітаміни, необхідні для нормального росту та розвитку організму.

Одним з перспективних методів підвищення збалансованості раціону по мікроелементному составу є збагачення корму наночастинками дефіцитних мікроелементів. Наночастинки мають підвищену біологічну активність. Вони здатні проникати через клітинні мембрани й можуть виступати в якості стабільного джерела вступу життєво необхідних мікроелементів в організм тварини. Однак дотепер залишається невирішеною проблема технічної реалізації рівномірного розподілу наночастинок у кормовій суміші при змішуванні та екструдванні. Тому проблема модернізації технічних засобів і технологічного процесу отримання нанокормосумішей є актуальною [1].

Виклад основного матеріалу. Класифікації змішувачів для сипучої сировини, що найбільше зустрічаються у літературних джерелах, ґрунтуються на конструктивних особливостях устаткування та виді силового впливу на матеріал, що змішується [1, 2].

Так само змішувачі класифікують по організації технологічного процесу на порціонні (періодичної дії) і проточні (безперервної дії).

У змішувачах безперервної дії всі три операції (завантаження, змішування й вивантаження готового продукту) виконуються одночасно. Це забезпечує кращу продуктивність у порівнянні з порціонними змішувачами з тими ж габаритами, але пред'являє більш тверді вимоги до величини й рівномірності дозування вихідних компонентів.

Порційні змішувачі є найпоширенішими. У них послідовно виконують наступні операції: завантаження кормів, змішування й вивантаження готової кормової суміші. При такому організаційному підході до процесу змішування є одна істотна технологічна перевага - можливість використання вагового дозування, що

дозволяє готувати кормові суміші з мінімальним відхиленням компонентів від заданої норми й автоматизацією формування суміші відповідно до прийнятого раціону з мінімальними витратами на встаткування.

Більшість виробників кормів тепер використовують порційне дозування й змішування [2, 3].

Серед різних конструкцій змішувачів періодичної дії для змішування сипких матеріалів найбільш цікавими є механічні лопатеві змішувачі з обертовими робочими органами. Ці змішувачі характеризуються ефективним змішуванням сипучих продуктів, відносно простою конструкцією, а також низьким питомим споживанням електроенергії.

За конструктивним виконанням робочих органів, змішувачі підрозділяються на: барабанні, шнекові, лопатеві, зі швидкохідним ротором, ножові, молоткові, спірально-ножові, турбінні, комбіновані (рис. 1). У таких змішувачах робочим органом виступає або сама змішувальна камера (наприклад, барабанні варіанти), або розміщені в ній мішалки.

За розташуванням робочої камери змішувачі бувають горизонтальними та вертикальними, а за кількістю валів - одновальні, двохвальні та багатовальні.

Високопродуктивними пристроями для змішування сипучих матеріалів є змішувачі фірми "Хеншель" [4].

У відцентрових змішувачах з обертовим конусом [5] також досягається інтенсивна циркуляція сипучого матеріалу, необхідна для ефективного змішування.

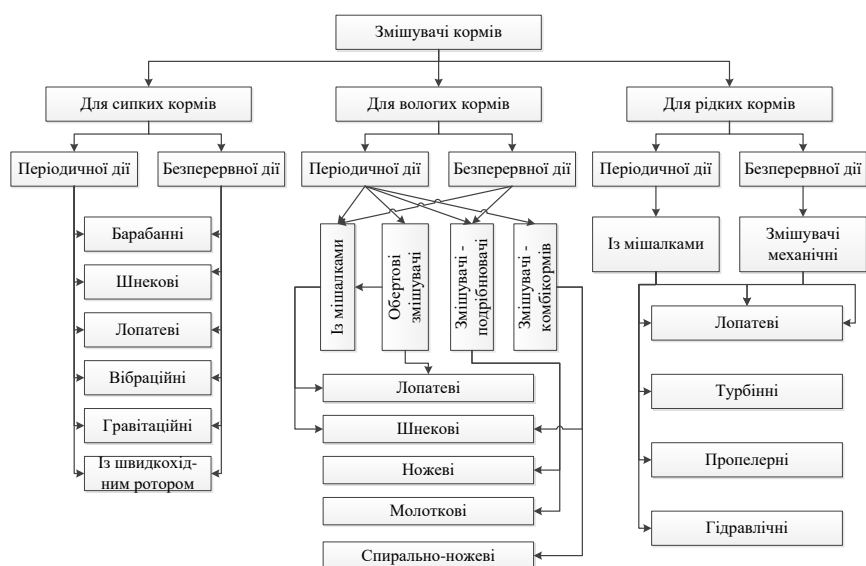


Рис. 1. Класифікація змішувачів, застосовуваних у приготуванні кормів

Прямоточний відцентровий змішувач-подрібнювач «Intoleter», що випускається англійською фірмою «Henry Simon», дозволяє подрібнювати сировину в процесі змішування. Так само для подрібнювання й змішування різних компонентів використовується подрібнювач-змішувач кормів ИСК-3.

Подрібнювач - змішувач кормів ИСК-10 (рис. 2) призначений для змішування з попутним подрібнюванням коренеплодів, силосу, соломи, до ступеня однорідності 0,9. Конструкція машини складається з ножового ротора 5, приймальні камери I, робочої камери II і розвантажувальної камери III, розташованих один за одним, бункера 11, розвантажувального транспортера, протиризних пакетів, зубчастих деків 3, електродвигуна 7 і клинопасової передачі 9. Для введення рідких компонентів в оброблювану масу є два сопла 4 на приймальній й розвантажувальній камерах. Пакети протиризжучих ножів і зубчасті деки встановлюються у вікнах робочої камери, які закриваються зовні кожухами 12.

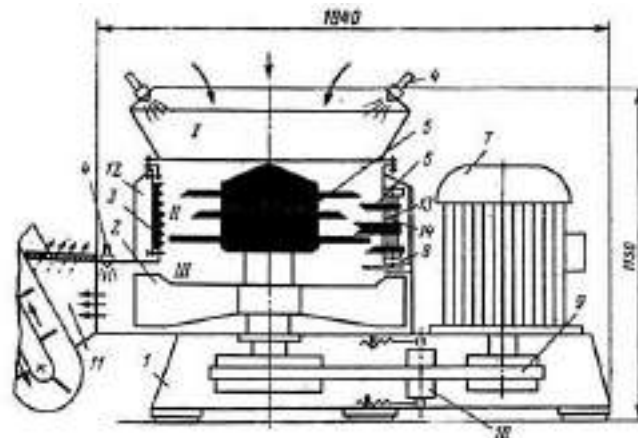


Рис. 2. Подрібнювач - змішувач ИСК-10: 1 - рама; 2 - підкидач; 3 - зубчаста дека; 4 - форсунка; 5 - ротор; 6 - ніж противореза; 7 - електродвигун; 8 - шибер; 9 - клиноремінний привод; 10 - натяжений ролик; 11 - бункер вивантажувального транспортера; 12 - кожух; 13 - підстава; 14 - вал; I - приймальня камера; II - камера подрібнювання й змішування; III - вивантажувальна камера.

На робочому органі-роторі є яруси подрібнюваних ножів, які також служать змішувачами й молотками. У нижній частині ротора, розташованого у розвантажувальній камері, розташовано дволопатеви металник. У пазі між фланцями містяться ножі й молотки, які кріпляться за допомогою спеціальних болтів і пальців.

Пересувні змішувачі - подрібнювачі – кормороздавачі широко поширені в США, Канаді й Західній Європі. Технологічний процес готування кормової суміші здійснюється в такий спосіб: кормороздавач - змішувач під'їжджає до навісу, де подається із завантажника попередньо здрібнений грубий корм. Наступний пункт призначення корне- бульбо- плоди. На цьому етапі за допомогою конвеєра завантажують у кормороздавач попередньо промиті й подрібнені коренеплоди. Точно так само завантажують силос, сінаж, концентрати, патоку і т.д. При транспортуванні в приміщення ферми компоненти ретельно перемішують і повторно подрібнюють. У результаті виходить кормова маса, яка рівномірно розподіляється по годівницях.

Роздавальники-змішувачі підрозділяють по типу робочих органів на барабанні, шнекові й лопатеві. Донедавна найбільше застосування знаходили агрегати з горизонтальними шнеками.

Останнім часом за кордоном та в Україні широке поширення одержали мобільні конструкції змішувачів-подрібнювачів, що мають вертикальний конусоподібний шнек, розташований у центрі конусоподібного бункера. Шнек оснащено ножами, встановленими на його витках. Функції робочого органу полягають у забезпеченні інтенсивного розпушування грубих кормів у рулонах і великих тюках, здрібнюванні довгих стебел і рівномірному змішуванні всіх компонентів з вологістю 20-60%. Перевага цих машин полягає в тому, що вони мають просту конструкцію (має тільки один обертовий шнек) і можливість завантаження бункера з усіх боків. Однак у порівнянні з аналогічними горизонтальними шнековими змішувачами вони споживають на 30-40% більше енергії, а для переміщення вимагають висоти воріт не менш 2,3-2,7 м і ширини кормового проходу не менш 2,4 м. Тимчасові витрати на подрібнювання й змішування кормової суміші становлять 10-15 хвилин. Агрегатується із тракторами класу 14кн. Обслуговується трактористом.

Огляд теоретичних основ процесу змішування.

У багатьох технологічних процесах існує необхідність рівномірного розподілу одної речовини в іншій, тому питання змішування протягом часу розглядалися досить широко вченими. У комбікормовому виробництві якісне змішування є одним з найбільш значимим і важко реалізованим виробничим етапом.

Зоотехнічні вимоги до комбікормів зводяться до того, що б корм максимально повно задовольняв потреби тварини у всіх речовинах передбачених раціоном годівлі. Такий раціон годівлі можна досягти тільки при внесенні необхідних компонентів у заздалегідь вивіреному співвідношенні й з умовою рівномірного розподілу їх у повному обсязі суміші. Однорідність суміші забезпечує однакову живильну цінність корму у всіх частинах його обсягу.

Рівномірність розподілу компонентів забезпечується їх змішуванням. У виробництві змішування являє собою процес розподілу кормових компонентів у повному обсязі приготовленої суміші. Без цього неможливо забезпечити повноцінну годівлю тварин.

Ефективність змішування залежить від фізико-механічних властивостей компонентів. Чим ближче властивості часток засновані на цих характеристиках, тем швидше відбувається їхнє змішання. Змішування займає більше часу, якщо які-небудь компоненти мають різну щільність, геометричні розміри або перебувають у суміші в невеликих кількостях [7].

Змішування, як і дозування, може бути безперервним і періодичним [7]. Безперервне змішування проводять із постійною подачею комбікормових компонентів у змішувач і постійним вивантаженням готової суміші. При періодичному змішуванні в змішувач завантажують попередньо відміряна кількість компонентів, яку надалі змішують протягом деякого часу, після чого суміш витягають. Виділяють три механізми змішування компонентів:

- конвективне змішування, при якому переміщуються групи суміжних

часток з одного місця в суміші в інше шляхом ковзання шарів;

- дифузійне змішування, при якому переміщення окремих часток в обмеженому просторі відбувається випадковим образом, причому кожна частка має рівні шанси відхилитися в будь-якому напрямку;

- змішування зрушенням, при якому суміжні шари часток переміщуються відносно один одного.

Існують наступні моделі процесу змішування:

- 1) дифузійні моделі змішування;
- 2) кінетичні моделі змішування;
- 3) імовірнісні (стохастичні) моделі змішування;
- 4) кібернетичні моделі змішування;
- 5) статистичні моделі змішування.

У своїх пошуках учені розглядали різні моделі утворення кормової суміші. У результаті проведених досліджень був зроблений висновок про те, що процес змішування являє собою складний механічний процес, механізм дії якого залежить головним чином від конструкції змішувача [7]. Аналізуючи кінетику процесу змішування можна виділити три його стадії (рис. 3):

- стадія конвективного змішування, де швидкість процесу практично не залежить від фізико-механічних властивостей сировини;

- стадія дифузійного змішування, при якій інтенсивність процесу трохи вповільнюється в результаті поступового перерозподілу часток через них, що знову утворювалися границі, поділу;

- стадія стану сегрегації, коли коефіцієнт неоднорідності суміші коливається в певній зоні. Наступне змішування не поліпшує якість суміші, тому що її параметри досягли своєї межі для даного конкретного варіанта.

При змішуванні часток у змішувачі всі три елементарні процеси протікають одночасно, а показник неоднорідності суміші залежить від функцій, що характеризують механізми змішування

$$Vc = f_n(t) - f_0(t), \quad (1)$$

де Vc - показник неоднорідності суміші;

$f_n(t) > f_0(t)$ - функції, що характеризують прямий (конвективне та дифузійне змішування) і зворотний процес (сегрегація).

У роботі процес змішування розглядається в часі як зміна концентрації Z досліджуваного компонента й обґрунтовується залежність швидкості процесу змішування від зміни C у одиницю часу [8].

$$v = \frac{dC_t}{dt} \quad (2)$$

Автор доходить висновку, що характер процесу й швидкість змішування залежить від безлічі різних факторів, тому кожний випадок слід розглядати окремо. Тільки для чисто дифузійного змішування можна встановити якісь закономірності, що адекватно описують процес.

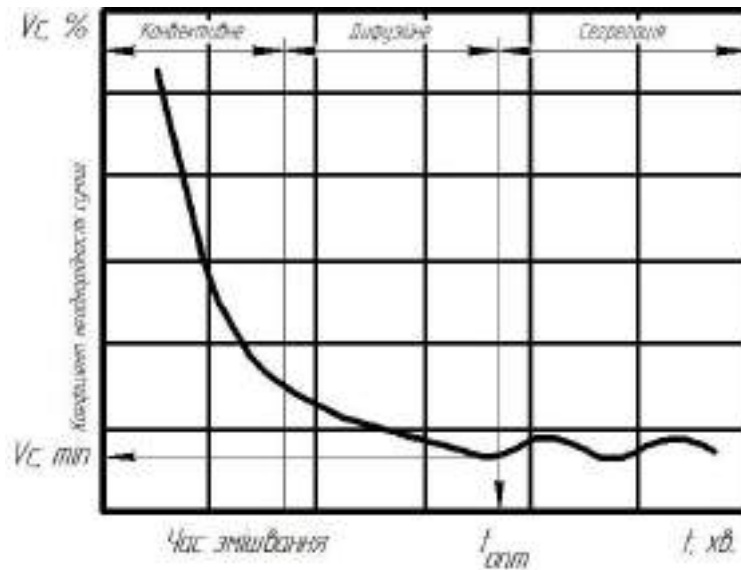


Рис. 3. Залежність зміни коефіцієнта неоднорідності суміші від тривалості змішування

У розрахунках часто зустрічаються рівняння поздовжнього [3] і поперечного змішування для дифузійної моделі. Але зв'язки з необхідністю експериментального визначення коефіцієнтів поздовжнього змішування D_L і поперечного змішування D_R , цінність таких розрахунків значно знижується.

$$\frac{dC}{dt} = -v \frac{dC}{dx} + \bar{D}_L \frac{d^2C}{dx^2} \quad (3)$$

Поздовжнє й поперечне змішування

$$\frac{dC}{dt} = -v \frac{dC}{dx} + \bar{D}_L \frac{d^2C}{dx^2} + \frac{\bar{D}_R}{R_a} \frac{d}{dR_a} \left(R_a \frac{dC}{dR_a} \right) \quad (4)$$

де C - концентрація контрольного компонента;

t - час змішування;

v - лінійна швидкість суміші;

x - координата;

R_a - радіус поперечного перерізу апарата.

У роботі [8] приведено дифузійну модель процесу змішування, де велика й дрібна фракції стеблових кормів, надходять у змішувач через різні входи й змішуються в результаті переміщення поршня.

У змішувачах періодичної дії опису процесу змішування може бути використана коміркова модель [9]

$$\frac{1}{m} \frac{dC}{dt} = t_n (C_{i-1} - C_i) \quad (5)$$

де $i = 1, 2, 3 \dots m$;

m - кількість гнізд, на які ділять агрегат;

t_n - середній час проходження часткою гнізда;

C_{i-1} - концентрація контрольного компонента в $i - 1$ - й комірці;

C_i - концентрація контрольного компонента в i -й комірці.

Висновки. Ґрунтуючись на огляді вище приведених моделей і формул, можна сказати, що процес змішування обумовлений більшою кількістю змінних величин,

що утрудняє визначення ключових параметрів змішувальних пристроїв і встановлення універсальних закономірностей.

При змішуванні компонентів кормів з наночастинками, використовуючи традиційні методи у вібраційних, роторних, пневматичних, лопатевих і інших змішувачах кормів, неможливо добитися необхідної однорідності продукту. Це пов'язано з величезною розбіжністю розмірів часток, що змішуються компонентів, тенденцією до агломерації наночастинок і різною щільністю речовин.

Проблеми, що виникають при змішуванні компонентів кормів з наноматеріалами, можуть бути вирішені шляхом удосконалювання технології виробництва, а також розробки інноваційної конструкції змішувального встаткування.

Список використаних джерел

1. Цаї Й.Х. Вплив нанорозмірного оксиду цинку на утримання цинку, якість яєчної шкаралупи, імунну відповідь та показники сироватки крові курей-несучок похилого віку. *Наука і технологія кормів для тварин: науковий журнал*. Вип. 213. 2016. С. 99-107 (дата звернення 20.07.2024).

2. Мішра А. Продуктивність росту та біохімічні показники сироватки крові під впливом добавок наноцинку у курей-несучок. *Харчування тварин: науковий журнал*. Вип. 31. 2014. С. 384-388 (дата звернення 05.08.2024).

3. Джейн Н., Оттіно Ж.М., Луептов Р.М. Вплив інтерстиціальної рідини на гранульовані шари, що обтікаються: наукова стаття. Вип. 508. 2004. С. 23–44 (дата звернення 10.07.2024).

4. Бойко І.Г., Скорик О.П., Русалев О.М., Щур Т.Г. Аналіз конструкцій дозаторів сипучих кормів безперервної дії і основні напрямки їх удосконалення. *Механізація сільськогосподарського виробництва: науковий вісник*. ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків. Вип. 29. 2004. С. 347–350 (дата звернення 15.08.2024).

5. Кудроллі А. Поділ за розмірами у віброваних гранульованих матеріалах. *Звіти про досягнення в галузі фізики: посібник*. Вип. 67(3). 2004. С. 209–247 (дата звернення 22.08.2024).

6. Іванов М.І., Руткевич В.С Колісник О.М., Лісовий І.О. Дослідження впливу параметрів блочно-порційного сепаратора на діапазон регулювання швидкості робочих органів. *ІНМАТЕХ - Сільськогосподарське машинобудування: науковий журнал*. Вип. 57(1)2019. С. 37–44 (дата звернення 01.09.2024).

7. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика: науковий журнал*. №1(39). 2013. С. 91–96 (дата звернення 17.09.2024).

8. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість: підручник. Київ.: «Хай-Тек-Прес». 2013. 528 с. (дата звернення 30.09.2024).

9. Середа Л.П., Руткевич В.С., Зінев М.В. Дослідження математичної моделі гідроприводу сегментно-пальцевої косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК: науковий журнал*. №1(100). 2018. С. 111–123 (дата звернення 02.10.2024).

Назар ГАЛЬОМКО²⁹,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ КАРДАННИХ ВАЛІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ТЕХНІЦІ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

***Анотація.** В статті розглядаються методи відновлення карданних і колінчастих валів у сільськогосподарській техніці. Висвітлено сучасні технології наплавлення та напилення, що дозволяють продовжити термін служби цих важливих компонентів. Підкреслюється значення своєчасного технічного обслуговування для забезпечення надійності та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.*

***Ключові слова:** карданні вали, відновлення, наплавлення, напилення, надійність, технології ремонту.*

***Annotation.** Annotation. The article examines the methods of restoring cardan and crankshafts in agricultural machinery. Modern surfacing and sputtering technologies, which allow to extend the service life of these important components, are highlighted. The importance of timely maintenance to ensure reliability and increase the efficiency of agricultural production is emphasized.*

***Key words:** cardan shafts, restoration, surfacing, spraying, reliability, repair technologies.*

Вступ. Сільське господарство вважається однією з основних галузей економіки у більшості країн, включаючи Україну. Для досягнення більшої ефективності та продуктивності у цьому секторі важливо використовувати передову техніку [1-3].

У сучасному світі сільськогосподарської техніки і сфери, пов'язані з транспортуванням, постійно вимагають високої надійності та довговічності компонентів транспортних засобів. Одним з ключових елементів механічної трансмісії є карданний вал, який забезпечує передачу крутного моменту між не співвісними компонентами машини. З часом навіть найякісніші карданні вали зношуються, що призводить до необхідності їх відновлення або заміни.

Для подальшого розвитку сільського господарства важливо здійснювати послідовну інтенсифікацію, що ґрунтується на широкому впровадженні досягнень науково-технічного прогресу [1]. Впровадження комплексної механізації й автоматизації виробництва передбачає створення високопродуктивних і досконалих систем машин, які враховують особливості

²⁹Науковий керівник – Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

різних галузей сільського господарства. [1,2].

Підвищення якості і надійності сільськогосподарської техніки стає ключовим чинником для досягнення високої ефективності виробництва. У процесі інтенсифікації сільського господарства пріоритетом є використання сучасних систем машин і обладнання, що сприятимуть значному підвищенню продуктивності праці та ефективності виробництва.

Відновлення зношених деталей є значним резервом для економії металу та паливно-енергетичних ресурсів під час ремонту машин, зокрема двигунів внутрішнього згоряння масового виробництва.

Серед цих деталей особливе значення мають ті, які обмежують ресурс двигуна, зокрема колінчастий вал [1]. За останні роки було розроблено безліч технологічних процесів для відновлення колінчастих валів.

Проте проблема створення таких технологічних процесів для відновлення колінчастих валів автомобільних двигунів, які забезпечували б їхній післяремонтний ресурс на рівні 80% доремонтних, залишається актуальною і є однією з найважливіших на сьогоднішній день.

Карданні вали є ключовими компонентами багатьох транспортних засобів та промислових механізмів, забезпечуючи передачу крутного моменту між окремими частинами системи [1,2]. З часом та через інтенсивну експлуатацію карданні вали піддаються зносу та пошкодженням, що може призвести до серйозних проблем у функціонуванні техніки.

В умовах сучасного ринку, де ефективність та надійність є пріоритетами, удосконалення технологічного процесу відновлення карданних валів набуває особливого значення.

Удосконалення цього процесу дозволяє не лише продовжити термін служби деталей, але й знизити витрати на їх заміну, що є вкрай важливим для економічної стійкості підприємств [2].

Виклад основного матеріалу. При виявленні початкових ознак проблем у роботі карданної передачі, таких як відчутні стуки валу під час руху або під час їзди на нейтральній передачі на високій швидкості, можна визначити основні несправності та поломки. Це досягається шляхом порівняння з новим або відремонтованим варіантом карданної передачі [1,2].

Таке порівняння дозволяє точно ідентифікувати відхилення в роботі системи і своєчасно вжити заходів для їх усунення, що забезпечить безпеку та надійність технічного засобу.

Основними причинами поломок і несправностей карданної передачі є наступні: зношування підшипників; зношування шліцевого з'єднання; погіршення з'єднання фланців; зношування підшипників на опорах.

Надмірно динамічні старти, впливає на тривалість роботи карданної передачі. Особливо це позначається на зношуванні хрестовини, підшипників на опорах, шліцевого з'єднання, а також може призвести до пошкодження вилки, самого валу та кріплення кардана на фланцях [2].

Важливим аспектом також є підвищення температури в шарнірних з'єднаннях під час роботи карданної передачі, що виникає через зношування

з'єднань та недостатню кількість мастила.

Збільшений зазор у валу є основною причиною зношування таких з'єднань валу, як шліц і вилка-хрестовина. Невірне балансування валу може призводити до появи додаткових шумів [2,3]. Тому балансування необхідно виконувати на спеціальному обладнанні, яке забезпечує високу точність і, як наслідок, мінімізує шум від роботи карданної передачі.

Під час встановлення валу часто допускаються помилки в складанні та монтажі карданної передачі на автомобіль. Це призводить до появи шумів, зношування всіх з'єднань карданної передачі та швидкого виходу з ладу всієї системи.

Важливим аспектом є точне визначення джерела стуків і вібрацій, якщо вони походять від карданної передачі [2,3]. Дуже часто можна сплутати ці звуки з проблемами, такими як недостатнє закріплення двигуна чи коробки передач, несправності зчеплення, деталі ходової частини автомобіля, звуки від шин, протікання стійки, шуми від привідних валів або навіть коливання вихлопної труби.

Також можливі помилки через неправильне встановлення деталей підвіски чи трансмісії.

Для обслуговування карданної передачі необхідно виконати наступні роботи [3]:

1. Очищення деталей передачі від зовнішніх забруднень.
2. Перевірка стану болтових з'єднань та, за потреби, їх підтягування або заміна зношених чи пошкоджених деталей карданної передачі.
3. Перевірка місць шліцевого з'єднання, вилки та підшипників. Оцінка якості з'єднання з підшипниками та кріплення вилки, виявлення зазорів при обертанні валу. У разі несправності визначити необхідність відновлення чи заміни деталі. Такі деталі, як хрестовина з підшипниками, підлягають заміні.

Важливим фактором для тривалої та стабільної роботи передачі є своєчасне змащування, яке допоможе зменшити шум та забезпечить стабільність роботи. Кількість мастила для хрестовини має бути достатньою [3-5]. Подача мастила повинна бути повільною і безперервною, щоб забезпечити змащування всіх підшипників через мастильні магістралі.

Перевірка технічного стану карданної передачі включає перевірку наступних параметрів: частота виникнення сторонніх звуків з валу, зношення вилок, хрестовин і місць їх посадки. Для визначення джерела звуку використовуються спеціалізовані датчики.

Для цього автомобіль встановлюють на стенд, що дозволяє підвісити задні колеса, і переводять його в нейтральну передачу [3]. Обертаючи колесо, здійснюють вимірювання індикатором, який показує середнє відхилення биття валу. Для легкових автомобілів допустиме коливання валу до 0,5 мм.

Зношення у місцях з'єднання вилок і шліцевих з'єднань перевіряють розхитуванням і наявністю звуку.

Технічне обслуговування карданної передачі є необхідним для зменшення зайвих звуків та вібрацій. Під час огляду карданний вал не повинен мати

відхилень від осової лінії, загинів чи тріщин [3,4].

Дослідження даних показує, що в різних організаціях, як в нашій країні, так і за кордоном, розроблено значну кількість технологічних процесів для відновлення колінчастих валів з використанням різноманітних металопокриттів (рис 1.) [3].



Рис. 1. Класифікація способів ремонту і відновлення колінчастих валів

Гальванічні методи, такі як хромування, залізнення та нікелювання, що наносяться у ваннах за допомогою проточного або струйного електроконтактного методу, наразі не можуть конкурувати з наплавкою за кількістю, технологічністю та можливістю нанесення значних шарів металу [4-6]. Більше того, ці методи не відповідають вимогам ремонтного виробництва при великих обсягах відновлених колінчастих валів.

Серед традиційних методів нанесення покриттів на виробництві найбільш поширеними є різні види наплавлення і напилення з подальшою механічною обробкою.

Напилення застосовується для створення тонких та стійких до зношування покриттів, а також для захисту від корозії деталей [4]. Цей процес полягає у нанесенні покриття на поверхню деталі за допомогою струменя, що містить частинки порошку або каплі розплавленого матеріалу, що напилюються та осідають на основному металі при ударному зіткненні з його поверхнею.

Існуючі технології напилення можна розділити на чотири основні види, залежно від джерела теплової енергії: газополуменеве, електродугове, плазмове та детонаційне (табл. 1).

Різнманітність технологічних методів напилення дозволяє отримувати покриття різних складів та призначень, які об'єднують в собі унікальні властивості. До переваг напилення, особливо важливих для ремонтної діяльності, відноситься можливість виконання цього процесу в ремонтних майстернях. Технологічний процес напилення характеризується високою продуктивністю та відносною простотою виконання [5].

Газотермічні методи напилення (такі як плазмове, газополум'яне, детонаційне) не знаходять широкого застосування для нарощування шийок колінчастих валів, як це має місце в інших випадках відновлення деталей.

Основними причинами цього обмеження є складність підготовки поверхонь деталей перед напиленням, низька ефективність процесів порівняно з іншими поширеними методами наплавки, відсутність спеціалізованого обладнання та технології для механічної обробки шийок [4-6].

Крім того, для цих методів необхідно проводити очищення та сушіння технологічного повітря, очищення технологічної води (особливо для плазмового напилення), існують обмеження на нанесення значних за товщиною шарів металу (детонаційне напилення), а також проблеми з поставкою надійного та економічного обладнання, стабільності по грануляції та якості порошоків, а також дефіциту деяких газів (наприклад, ацетилену та азоту) [4].

Нанесення покриття на шийки колінчастого валу двигунів внутрішнього згорання ускладнюється ексцентриситетом між шийками шатунів і корінними підшипниками.

Близько половини поверхні кожної шийки вкривається в умовах сильного опору газового потоку, через обмежений простір, що утворюється в колінчастому валу. Ці умови формування покриття призводять до різниці у фізико-механічних характеристиках шарів на різних ділянках шийки і нерівномірному їх зносі в процесі роботи [4-6]. Використання технології напилення з механічною активацією покриття під час напилення дозволяє вирівняти характеристики.

Метод відновлення шийок колінчастого валу електронапіканням не має широкого застосування на ремонтних підприємствах [4,5]. Основні перешкоди перед впровадженням цього методу полягають у складнощах механічної обробки відновлених валів та значних деформаціях деталі після нанесення порошку на шийки.

Технологічні процеси відновлення сталевих колінчастих валів автомобільних карбюраторних двигунів за допомогою наплавлення, що застосовуються на ремонтних підприємствах, можна класифікувати за декількома групами (табл. 2) [4,5].

Таблиця 2

Основні технологічні схеми наплавлення та їх характеристика

Способи наплавлення	Зона термічного впливу, мм на деталь, мм	Продуктивність, см ² /хв	Міцність зчеплення покриття з основою, МПа
Під шаром флюсу	2,7...6,0	50...80	180...250
У середовищі CO ₂	2,5...3,7	70...90	80...120
Газове	1,8...3,2	20...45	100...150
Електроконтактне	0,1...0,3	до 100	150...200
Плазмове	0,3...0,5	50...70	200...250
Вібродугове	0,5...2	35...36	160...180

Наплавлення – це процес нанесення шару розплавленого металу на оплавлену поверхню за допомогою тепла від газового полум'я, електричної або

плазмової дуги.

Процес нанесення додаткового шару матеріалу на деталь сприяє подовженню її терміну служби, тому для ремонту та відновлення карданних передач рекомендується розглянути метод напилення розплавленого матеріалу під потоком газу [5]. Цей метод широко використовується для відновлення деталей і характеризується високими технологічними показниками. Його популярність зумовлена різноманітністю матеріалів, які можуть бути використані, що в свою чергу забезпечує різноманітні фізико-хімічні властивості.

Цей метод може бути широко застосованим, оскільки дозволяє відновити поверхні, які потребують нанесення шару матеріалу для відновлення заводських розмірів.

Цей метод може бути використаний для нанесення покриття на різноманітні поверхні, включаючи металеві деталі автомобілів та інші, які потребують посилення [5,6]. Однак цю технологію також можна застосовувати не лише до металевих, а й до пластикових поверхонь, що розширює спектр деталей, на які можна нанести додаткове покриття або відновити пошкоджену поверхню.



Рис. 2. Методи та способи напилення

Цим методом також можна наносити покриття на керамічні, скляні та навіть дерев'яні та інші полімерні матеріали. Таким чином, цей процес може бути застосований для нанесення покриття практично на будь-які поверхні.

Головним вимогам залишається стійкість виробу до високих температур, щоб уникнути плавлення або зміни форми і властивостей.

Метод відомий вже протягом тривалого часу, однак за останні двадцять років він пройшов значні зміни та вдосконалення [5,6]. Це стало можливим завдяки вдосконаленню самої технології, розвитку технологічного обладнання та зміні видів матеріалів, що використовуються в цій технології. З урахуванням способу подачі газового потоку разом з розплавленим порошком, технологію класифікують за наступними ознаками (рис. 2).

У залежності від складу і необхідних вимог, які потрібно забезпечити

обирають склад напилюваного матеріалу [5].

Основні параметри яким повинні відповідати різні методи напилення зображено на рисунку 3.



Рис. 3. Технічні вимоги для відновлення даним методом

Перші три види напилення базуються на хімічних процесах згорання газу, який використовується як паливо. У подачі наступних двох типів наплавлення використовується дуга, що утворюється при наближеному розміщенні енергії та деталі, що створює електричну дугу [6].

Процес напилення полягає у нанесенні розплавленого матеріалу на потрібну ділянку деталі за допомогою газового потоку [6]. При цьому розплавлений матеріал зчіплюється з поверхнею і миттєво охолоджується, утворюючи додатковий шар, який після обробки дозволяє відновити заводські розміри та зміцнити дану поверхню за рахунок застосування більш стійких до зношування порошоків.

Процес наплавлення відзначається високою продуктивністю та можливістю отримання покриттів з широким спектром властивостей у великому діапазоні товщин. Використання універсальних матеріалів робить його універсальним для різноманітних застосувань [6]. Легка механізація та автоматизація процесу призводять до підвищення якості покриття.

Серед різних методів наплавлення, що застосовуються для зміцнення деталей сільськогосподарських машин, найбільш популярними є електродугове наплавлення, газополуменеве наплавлення, індукційне наплавлення твердих сплавів та напилення.

Електродугове наплавлення використовується для ремонтно-відновлювальних робіт [6].

Газополуменеве наплавлення, хоча застосовується, має свої недоліки, такі як інтенсивне окислення розплавленого металу, видалення вуглецю з металу покриття, значні деформації та залишкові напруження в деталі, а також

обмеження на введення тугоплавких з'єднань та низька продуктивність процесу.

Для відновлення колінчастих валів на ремонтних підприємствах використовуються методи електродугової наплавки з подальшою термічною обробкою або без неї. У першу групу входять методи відновлення валів електродуговою наплавкою під флюсом АН-348А проволоками Нп-30ХГСА та Нп-40Х2Г2Н, за якими проводиться наступна нормалізація, закалювання шийок методом термічного вакуумного зміцнення та низькотемпературний відпуск валу.

Також до цієї групи відноситься використання проволоки ПК-2 II класу з подальшим високотемпературним відпуском, закалюванням шийок методом термічного вакуумного зміцнення та низькотемпературним відпуском [6].

Висновки. Ефективність сільськогосподарської техніки безпосередньо залежить від стану її компонентів, включаючи карданні вали. Своєчасна діагностика та обслуговування, такі як очищення, перевірка та змащування, а також технічне відновлення зношених деталей є критично важливими для підтримання безперебійної роботи техніки.

Удосконалення технологій відновлення, зокрема методів наплавлення і напилення, дозволяє значно підвищити ефективність та надійність відновлених деталей. Технології, такі як електродугове, газополуменеве та плазмове наплавлення, демонструють свою ефективність у відновленні колінчастих валів, проте кожен метод має свої переваги та обмеження. Потреба в удосконаленні та адаптації технологій до конкретних умов і вимог виробництва є актуальною для забезпечення високих стандартів якості та економічної ефективності ремонтних процесів.

Список використаної літератури

7. Основні технологічні процеси відновлення деталей. веб-сайт. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/11/other/4_1_.pdf (дата звернення 15.09.2024)

8. Ремонт сільськогосподарської техніки в Україні: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizacijni-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 15.09.2024).

9. Організаційні форми використання сільськогосподарської техніки: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizacijni-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 15.09.2024).

10. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.

11. Автоматизація технологічних процесів миття, розбирання та збирання агрегатів: веб-сайт. URL: https://atpicak.ucoz.ua/load/navchalnij_posibnik/rozdil_8_avtomatizacija_remontu_s_g_tekhniki/8_1_avtomatizacija_tekhnologichnih_procesiv_mittja_rozbirannja_ta_zbirannja_agregativ/27-1-0-44 (дата звернення 15.09.2024).

12. Ремонт та відновлення деталей трансмісії і ходової частини: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/7709007/page:27/> (дата звернення 15.09.2024).

Вадим ГАНЖА³⁰,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА ПРОСАПНОГО КУЛЬТИВАТОРА

Анотація. Розглядається проблема розробки, дослідження і обґрунтування конструктивних параметрів та режимів роботи комбінованого робочого органу просапного культиватора, призначеного для обробітку ґрунту і знищення бур'янів у міжряддях на підвищених швидкостях руху, що забезпечує якісне виконання операцій, підвищення продуктивності праці і врожайності вирощуваних культур. Виявлено характер процесу взаємодії робочих органів ротаційного органу з ґрунтом в залежності від кута між нормаллю до розглянутої точки і абсолютної швидкості даної точки.

Ключові слова: культиватор, стрілочаста лапа, ротаційний робочий орган, міжрядний обробіток ґрунту, траєкторія руху, глибина, параметри.

Annotation. The problem of development, research and substantiation of the design parameters and modes of operation of the combined working body of a row cultivator, intended for soil cultivation and the destruction of weeds in the inter-rows at increased movement speeds, which ensures high-quality performance of operations, increases labor productivity and the yield of cultivated crops, is considered. The nature of the process of interaction of the working bodies of the rotary body with the soil was revealed, depending on the angle between the normal to the considered point and the absolute speed of the given point.

Key words: cultivator, arrow paw, rotary working body, inter-row tillage, movement trajectory, depth, parameters.

Вступ. Одним із шляхів поліпшення якості міжрядного обробітку ґрунту і зменшення ширини захисної зони є використання просапного культиватора, оснащеного комбінованими робочими органами ротаційного типу [1, 2]. Дослідженнями встановлено, що ці робочі органи найбільш повно задовольняють потреби агротехніки, дозволяють інтенсифікувати технологічний процес міжрядного обробітку. Однак широке впровадження цього

³⁰Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

прогресивного принципу міжрядного обробітку в сільськогосподарське виробництво стримується через відсутність надійних і високопродуктивних робочих органів вітчизняного виробництва. Існуючі зразки робочих органів культиваторів не в повній мірі забезпечують виконання вимог технологічного процесу міжрядного обробітку, або є надзвичайно дорогими, вони функціонують на порівняно малих швидкостях руху і залишають велику ширину захисної зони. Це свідчить про недосконалість їх конструкції, що є наслідком недостатньої вивченості механіки, процесу взаємодії робочих елементів з ґрунтом. Тому важливе народногосподарське значення має розробка комбінованих робочих органів ротаційного типу, що застосовуються в якості змінних органів до просапних культиваторів.

Виклад основного матеріалу. Основоположник землеробської механіки В.П. Горячкін головним при обробці ґрунту вважав форму, знаряддя і режим роботи [3]. Форма робочого органу для міжрядного обробітку просапних, технічних і овочевих культур визначається формою необхідного профілю оброблюваної зони міжряддя, виконання основних вимог, що ставляться до роботи ротаційного органу, залежить від раціональності обраних параметрів робочого органу і режимів його роботи.

Основною формуючою частиною ротаційного органу з вертикальною віссю обертання є його діаметр, який вибирається в залежності від виду виконуваних технологічних операцій, в даному випадку діаметр ротаційного органу визначається шириною оброблюваного міжряддя, розмірами посівної лінії і захисної зони.

Використовуючи схему (рис. 1), можна вибрати максимальне значення діаметра ротаційного органу для заданого міжряддя. Прийнемо ширину – міжряддя рівній B . Вона складається з двох діаметрів ротора, величини захисної зони і технологічних розмірів.

Виходячи з цього, можна скласти наступну рівність:

$$B = \alpha_1 + D_1 + C + D_2 + \alpha_2 \quad (1)$$

де $D_1 = D_2$ – діаметр дисків ротаційних робочих органів, м;

$\alpha_1 = \alpha_2$ – величина, що задається розмірами посівної лінії, м;

C – відстань між суміжними роторами, яка вибирається з умови не забивання ротаційних робочих органів і залежить від кута нахилу осі обертання, м.

Тоді, з рівності (1) визначаємо максимальне значення діаметра ротаційного органу:

$$D = \frac{B - 2\alpha - C}{2} \quad (2)$$

Величину діаметра ротора, обчислену за виразом (2), слід округляти в сторону зменшення. Однак, дослідженнями ряду авторів встановлено, що використання ротаційних органів малого діаметра призводить до зменшення інтенсивності впливу їх на ґрунт і зниження показників якості роботи [3, 4].

На підставі аналізу отриманого виразу (2), з урахуванням ширини міжрядь вирощуваних культур, встановлено, що величина діаметра ротора повинна

знаходиться в межах 280 ... 300 мм.

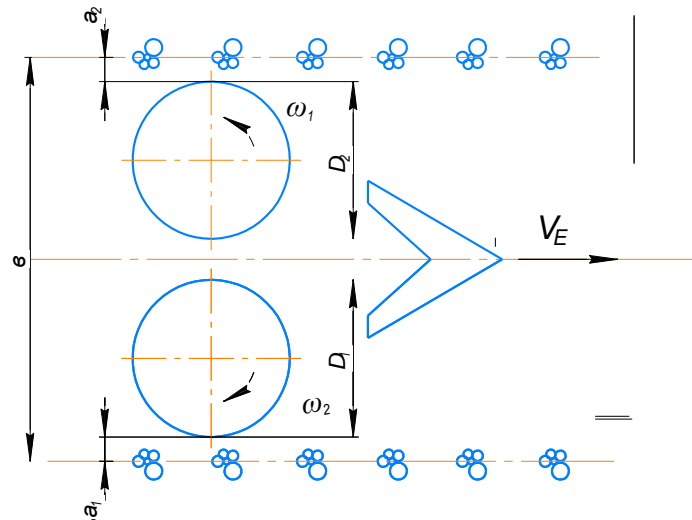


Рис. 1. Схема до визначення діаметра ротаційного робочого органу

Процес поверхневого обробітку ґрунту ротаційними органами характеризується складним рухом робочих елементів в ґрунті. Кожен робочий елемент при взаємодії з ґрунтом створює деяку зону розпушування. При недостатньому числі робочих елементів на роторі виникають похибки, а при збільшенні їх кількості порушується процес сепарації ґрунту через робочі елементи і в результаті відбувається забивання і припиняється обертання робочого органу. В зв'язку з цим правильний вибір і обґрунтування оптимальної кількості робочих елементів ротора є необхідною умовою його ефективної роботи.

Кількість зубів на роторі вибирають в залежності від показника, так званого ступенем впливу [4, 5]. Він характеризується відношенням сумарної довжини зони впливу зуба за один повний оберт ротора до шляху, пройденого ним за час одного оберту, сумарна довжина зони впливу визначається з траєкторії руху робочого елемента в ґрунті.

Для визначення кількості робочих елементів ротаційного органу, з урахуванням ширини зони розпушування, можна скористатися відомою залежністю [6].

$$\dot{b} = d + \frac{2htg\frac{\theta}{2}}{\cos\varphi_{тр}} \quad (3)$$

де d – діаметр робочого елемента, м;
 h – глибина обробітку, м;
 θ – кут сколювання ґрунту, град;
 $\varphi_{тр}$ – кут тертя ґрунту по металу, град;

Згідно з агротехнічними вимогам, що висувуються до міжрядного обробітку просапних культур, за один повний оберт робочий орган повинен обробляти площу рівну S_p (рис. 2), без похибок і з мінімальним числом повторних обробок. Ця площа складається з суми площ двох половин кіл діаметром, рівним діаметру ротора, збільшеному на ширину деформації ґрунту

одним зубом, і площі, обмеженою прямокутником і визначається, як добуток довжини шляху, пройденого ротаційним органом за один оберт, на збільшений діаметр ротора.

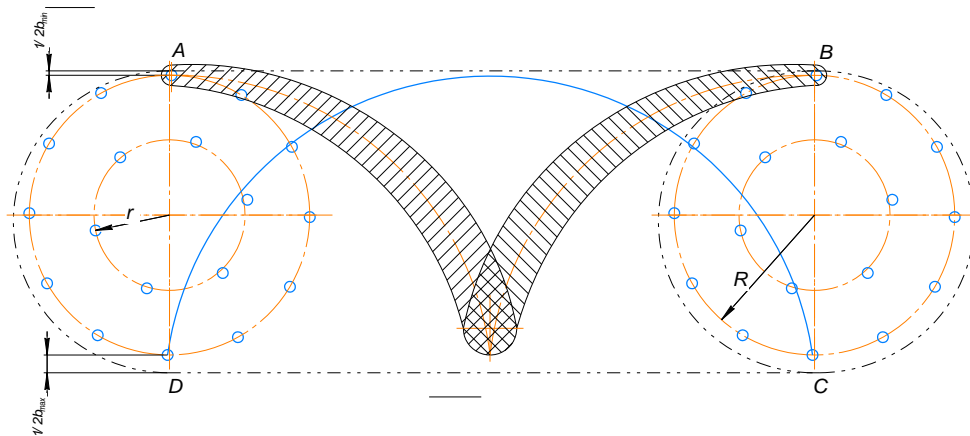


Рис. 2. Схема аналізу траєкторії руху робочих органів ротора в ґрунті

Загальна площа S_p , що обробляється ротаційним органом за один повний оберт, визначається з виразу:

$$S_p = \frac{\pi C^2}{8} + CZ + \frac{\pi C^2}{8} \quad (4)$$

де $C = \left(R + \frac{\dot{b}_{min}}{2}\right) + \left(R + \frac{\dot{b}_{max}}{2}\right)$ – величину діаметр ротора, який складається з двох радіусів і реальної ширини зони деформації ґрунту з урахуванням заглиблених робочих елементів.

Використовуючи формулу (3), можна знайти мінімальну і максимальну ширину зони деформації ґрунту:

$$\dot{b}_{min} = d + \frac{2h_{min}tg\frac{\theta}{2}}{\cos\varphi_{тр}} \quad \text{і} \quad \dot{b}_{max} = d + \frac{2h_{max}tg\frac{\theta}{2}}{\cos\varphi_{тр}} \quad (5)$$

Для спрощення приймаємо, що

$$\frac{\dot{b}_{min} + \dot{b}_{max}}{2} = \dot{b}_{сер}$$

Тоді значення збільшеного діаметру визначається як: $C = 2R + \dot{b}_{сер}$

Тут $Z = \frac{\pi C}{2}$ шлях, пройдений ротаційним органом за один повний оберт з урахуванням реальної ширини деформації ґрунту.

Тоді рівняння (4) можна записати в наступному вигляді:

$$\frac{\pi(D+\dot{b}_{сер})^2}{4} + \frac{\pi(D+\dot{b}_{сер})^2}{\lambda} \quad (6)$$

де λ – показник кінематичного режиму роботи ротаційного органу.

Рішення отриманого рівняння дає вираз для визначення загальної площі, що обробляється ротаційним органом за один цикл:

$$S_p = \frac{\pi(\lambda+4)(D+\dot{b}_{сер})^2}{8\lambda} \quad (7)$$

Знаючи реальну ширину зони деформації ґрунту, обробленої одним

робочим органом, можна отримати рівняння для знаходження площі, обробленої одним робочим елементом за один цикл:

$$S_i = \left(d + \frac{2h_{\text{ср}}tg\frac{\theta}{2}}{\cos\varphi_{\text{тр}}} \right) Z \quad (8)$$

де Z – довжина однієї арки циклоїди.

Число робочих елементів, встановлених на роторі, визначається як відношення площі S_p , оброблюваної ротаційним робочим органом за один цикл, до площі S_i , обробленої одним робочим органом за один оберт ротора:

$$Z = \frac{S_p}{S_i} \quad (9)$$

Підставляючи в рівняння (9) відомі значення, отримуємо:

$$Z = \frac{\pi(\lambda+4)(D+b_{\text{сеп}})^2}{4\lambda b_{\text{сеп}}Z} \quad (10)$$

Звідси випливає, що число робочих органів ротаційного органа залежить від його діаметра, величини зони деформації і від показника кінематичного режиму роботи.

Нехай ротаційний орган обертається без ковзання і буксування, тобто $\lambda = 1$, тоді довжина однієї арки циклоїди дорівнює:

$$Z = 8R \quad (11)$$

де R – радіус ротора.

При цьому рівняння (10) запишеться у вигляді:

$$Z = \frac{\pi 5(D+b_{\text{сеп}})^2}{16D b_{\text{сеп}}} \quad (12)$$

У разі, коли ротаційний робочий орган обертається від реакції ґрунту, тобто, при $\lambda < 1$, довжина однієї арки циклоїди визначається як:

$$Z = R \int_0^{2\pi} \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos t} dt \quad (13)$$

Підінтегральний вираз $\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos t}$ перетворимо наступним чином:

$$\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos t} = \sqrt{1 + \lambda^2} \cdot \sqrt{1 - \frac{2\lambda}{1+\lambda^2} \cdot \cos t} \quad (14)$$

Позначивши $\frac{2\lambda}{1+\lambda^2} \cdot \cos t = x$ і враховуючи, що $\cos t \leq 1$ і $\frac{2\lambda}{1+\lambda^2} \leq 1$, вираз (14) запишеться у вигляді: $\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos t} = \sqrt{1 + \lambda^2} \cdot \sqrt{1 - x}$.

Тоді вираз $\sqrt{1 - x}$ можна розкласти в степеневий ряд.

Після розкладання і виконання відповідних рішень по його, інтегруванню, отримаємо вираз для визначення довжини однієї арки циклоїди в наступному вигляді:

$$Z \approx \pi R \sqrt{1 + \lambda^2} \left[2 - \frac{\lambda^2}{2(1+\lambda^2)^2} \right] \quad (15)$$

На підставі аналізу отриманого виразу, що враховує конструктивні показники, а також кінематичний режим роботи ротаційного органа, встановлено, що раціональна кількість робочих елементів на роторі повинна бути в межах 11...13 шт.

Виконані дослідження показали, що цим вимогам може задовольнити тільки робочий орган, поле зубів якого побудовано по розгортці багатохідної

гвинтової лінії. В окремому випадку, коли така гвинтова лінія розміщується на конусі, вона відповідає Архімедовій гвинтовій поверхні, торцеві перетини якої представляють собою безліч спіралей. В полярній системі координат вона виражається наступною залежністю.

$$\rho = A \sin K \varphi_0 \quad (16)$$

де ρ – полярний радіус-вектор даної точки, що знаходиться на кривих лініях правого і лівого заходів, м;

A – значення початкової величини радіус-вектора, м;

φ_0 – полярний кут відліку, град;

K – параметр вильоту, що характеризує крутизну спіралей.

Для ротаційних органів з вертикальною віссю обертання, що застосовуються для поверхневого обробітку ґрунту, це значення знаходиться в межах від 0,5 до 1,0 і визначається експериментальним шляхом [4, 5]:

$$\varphi_0 = \frac{2\pi}{Z} = (n - 1) + \varphi_i \quad (17)$$

де Z – число заходів гвинтової лінії. Ця величина приймає різні числові значення в залежності від величини зворотного діаметра ротаційного органу і ширини зони обробітку. Для активних робочих органів вона приймається в межах від 4 до 10:

n – порядковий номер гвинтової лінії, яка приймає значення від 1 до 2 (додатні, цілі числа); φ_i – поточне значення кута відліку, град.

Для виконання приведених вище вимог поле зубів конічних спіральних роторів необхідно також будувати за законом багатохідної гвинтової лінії (рис. 3), розташованій на гелікоїді з правим і лівим напрямком спіралі, а робочі органи розміщувати як в вузлових точках (в точках перетину основної та додаткової гвинтової лінії), так і в точках перетину граничного кола концентричної поверхні і з гвинтовими лініями.

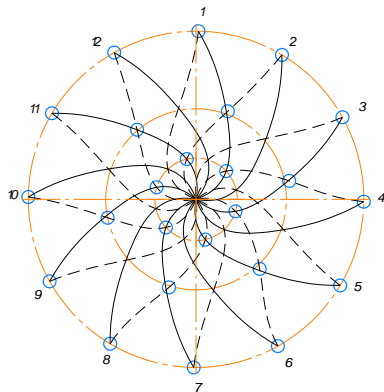


Рис. 3. Схема зубового поля ротаційного робочого органу в проєкції на горизонтальну площину

З наведеної схеми робочі елементи розміщені в вузлових точках є загальними як для основної, так і додаткової гвинтових ліній. Тому їх кількість дорівнює числу заходів гвинтової лінії, а число периферійних зубів в два рази більше, тобто рівне сумі заходів основного і додаткового гвинтів.

Таким чином, поле зубів ротаційного органу в проєкції на горизонтальну

площину зображується системою спіралей Архімеда, що виходять від центру ротора, згідно із законом розміщення яких і встановлюються робочі елементи ротаційного робочого органу. Тому, число вузлових робочих елементів, що належать одночасно гвинтовим лінійним обох напрямків витків, в два рази менше периферійних.

Висновки. Виведені аналітичні залежності для визначення величини заглиблення і вибору числа робочих елементів ротаційного робочого органу, які застосовні для силового аналізу робочого процесу і вибору конструктивних параметрів ротора. Розроблена методика розміщення робочих елементів на роторі по розгортці багатохідної гвинтової лінії, відповідно Архімедової гвинтової поверхні.

Список використаної літератури.

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку і створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. *Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2012. Вип. 11. –Т. 2 (66). С. 8–14.

2. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Горобей В.П. Актуальні аспекти розвитку механізації дослідних робіт в рослинництві. *Вісник аграрної науки.* 2016. № 10. С. 5–12.

3. Хайліс Г.А., Горбовий А.Ю., Гошко З.О. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. за ред. Г.А. Хайліса. Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. 268 с.

4. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

5. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ: Друк, 2005. 464 с.

6. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.

Вадим ХОМЕНКО³¹,

студент 3 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

СУЧАСНІ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ІННОВАЦІЇ В АПК

Анотація. У статті розглядаються різні типи молотильно-сепарувальних пристроїв у сучасному агрономічному виробництві, підкреслюючи

³¹Науковий керівник – Яківчук С.В. асистент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

їх конструктивні особливості та принципи роботи. Обговорюються переваги поперечно-потоківих, аксіально-роторних та комбінованих систем у зменшенні втрат зерна та підвищенні якості кінцевого продукту, а також важливість належного регулювання їх параметрів для досягнення максимальної ефективності обробки сільськогосподарських культур.

Ключові слова: *молотильно-сепарувальні пристрої, обмолот зерна, сепарація зерна, зернозбиральні комбайни.*

Annotation. *The article examines various types of threshing-separating devices in modern agronomic production, emphasizing their design features and principles of operation. The advantages of cross-flow, axial-rotor and combined systems in reducing grain losses and increasing the quality of the final product are discussed, as well as the importance of proper regulation of their parameters to achieve maximum efficiency of crop processing.*

Keywords: *threshing and separating devices, grain threshing, grain separation, grain harvesters.*

Вступ. У сучасному агрономічному виробництві ефективність обробки сільськогосподарських культур значною мірою залежить від використання інноваційних технологій та сучасних машин, зокрема молотильно-сепарувальних пристроїв (МСП) [1,2]. Ці пристрої відіграють ключову роль у процесах обмолоту та сепарації зерна, дозволяючи зменшити втрати продукції та підвищити якість кінцевого продукту. Зокрема, у напрямку введення потоку хлібної маси і її руху в робочій зоні розрізняють поперечно-потоківі, аксіально-роторні та комбіновані МСП, кожен з яких має свої конструктивні особливості та принципи роботи.

Поперечно-потоківі пристрої, що складаються з обертового барабана та нерухомого підбарабання, забезпечують ефективне обмолочування, завдяки перпендикулярному напрямку руху хлібної маси до осі обертання барабана. Аксіально-роторні системи, у свою чергу, використовують ротор, укладений у кожух, що дозволяє досягти високих показників сепарації зерна [1,2]. Комбіновані молотильно-сепарувальні пристрої об'єднують елементи обох цих типів, що дозволяє оптимізувати процес обмолоту [1,2].

Класифікація молотильних апаратів базується на конструктивних елементах, таких як бильні та штифтові елементи, а також кількість обертових елементів. Використання різних конструкцій, таких як одно- або двобарабанні системи, дає змогу підвищити ефективність обробки та знизити механічне пошкодження зерна [1,2]. Серед основних завдань, що стоять перед молотильними апаратами, є забезпечення максимального виходу зерна та мінімізація втрат, що обумовлює необхідність детального вивчення їх конструкції, роботи та ефективності.

Виклад основного матеріалу. У напрямку введення потоку хлібної маси і руху її в робочій зоні (рис.1) розрізняють поперечно-потоківі (а, б), аксіально-роторні (в, з) і комбіновані молотильно-сепарувальні пристрої (МСП) (г) [2].

По конструкції ударних елементів МСП бувають бильні (д) і штифтові (е), а за кількістю елементів, що обертаються (барабанів, роторів, дисків і т. П.) - одно-, дво- і багатобарабанных (ж, з).

Поперечно-потокові пристрої складаються з обертового барабана (циліндра) (рис.1, а, б) 1 і нерухомого підбарабання 2. Хлібна маса направляєється та рухається в робочій зоні перпендикулярно до осі обертання барабана. Барабан складається з дисків 7 (рис. 1, д, е) з прикріпленими до них планками-подбічниками 9, які розташовані паралельно осі барабана [2,3]. Штифти 16 прикріплені до планок штифтових барабанів, а рифлені бичі 8 - до планок бильних.

Половина бичів має правий напрям рифлів, а інша - лівий. Бичі з правим і лівим напрямком рифлів монтується на барабані по черзі для рівномірного розподілу обмолочуваної маси по поверхні підбарабання [2,3]. Бичі або штифти з великою швидкістю ударяють по хлібній масі, захоплюють її та протягують через вузький простір.

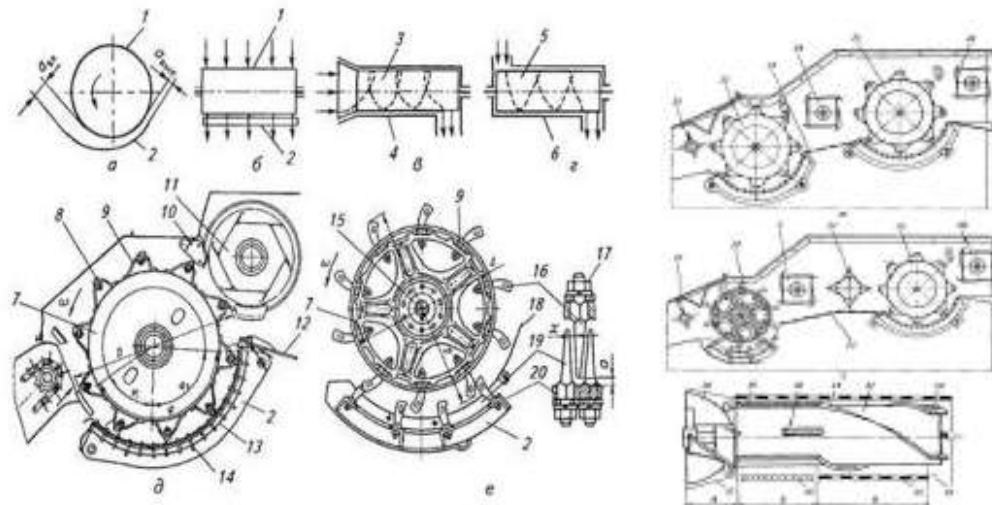


Рис. 1. Молотильно-сепаруючі пристрої: а, б-поперечно-потокові; в, і - аксіально-роторні; г-комбіноване; д - бильні комбайна; е - штифтове; ж - двобарабанных комбайна; з - двобарабанных комбайна; 1, 22, 25- барабани; 2, 36 - підбарабання; 3, 5, 32 - ротори; 4, 6, 37- кожухи; 7-диски; 8, 29, 30- бичі; 9- планки-подбічнікі; 10 відсікач повітряного потоку; 11, 21, 24, 26, 27- бітери; 12, 18, 23, 35 - решітки; 13- прутки; 14, 20 планки; 15 - вал; 16, 19- штифти відповідно барабана і підбарабання; 11- гайка; 28, 33 - лопаті; 31 - ударна планка; 34- вивантажний вікно.

Підбарабання бильного молотильного апарату заготоване. Воно виготовлене з боковин (рис. 1, д) і поперечних планок 14. Через отвори планок пропущені прутки 13 [2,3]. Крізь проміжки між прутами і планками прокидається 70 ... 80% вимолоченого зерна разом з дрібними домішками. Підбарабання охоплює знизу барабан на деякий кут а.

Для барабанів комбайнів «Дон-1500» цей кут дорівнює 130, СК-5 - 146, «Єнісей-1200» - 127. Зі збільшенням кута охоплення а вимолотила зерна зростає.

Підбарабання встановлено так, що відстань між бичами барабана і планками підбарабання (зазору) від входу до виходу поступово зменшується (рис. 1, а).

Підбарабання штифтового молотильного апарату (рис. 1, е) забезпечено штифтами 19, розташованими рядами так, що кожен штифт 16 барабана при його обертанні проходить між двома штифтами 19 підбарабання [2,3]. Штифти барабана і підбарабання мають форму клина, лобова грань штифтів барабана відхилена в бік, протилежний напрямку обертання, а штифтів підбарабання - в напрямку обертання барабана.

При правильній установці барабана зазор x між штифтами барабана і підбарабання з двох сторін штифтів повинен бути однаковим. Між рядами штифтів розташована нерухома решітка, через отвори якої прокидається частина вимолоченого зерна. Зернозбиральні комбайни обладнують одним або двома молотильними апаратами. Комбайни «Дон-1500», СК-5 (рис. 1 д), обладнані одним бильним молотильним апаратом, призначені для збирання зернових колосових культур [2,3].

Аксіально-роторні пристрої забезпечують обмолот хлібної маси і сепарацію зерна з рухомого її потоку до рівня, якому відповідають значення Кп 99,5%. Такі пристрої забезпечені ротором 32 укладеним в нерухомий або обертається кожух.

Хлібна маса вводиться в зону А паралельно осі обертання ротора. Потім маса під впливом лопатей 28, бичів 29 і планок 31 рухається по гвинтовій траєкторії, закрученої навколо осі ротора, здійснюючи кілька повних обертів. Вимолоченого зерно і частки полови під дією відцентрової сили виводяться з рухомого потоку хлібної маси, проходять через отвори ґрат і надходять на очистку.

Солома виводиться з МСП лопатями 33 і подається в подрібнювач, копичник або укладається на поле в валок. Для роботи в умовах підвищеної вологості комбайни оснащують обертовим з частотою 10 ... 20 хв-1 перфорованим кожухом, який встановлюють на ролики. Зверху над обертовим кожухом кріплять щіткові очисники [3].

Обертається кожух запобігає скупчення рослинності у верхній зоні, забезпечує сепарацію зерна по всій (на кут 360 °) поверхні кожуха, зменшує залипання робочої поверхні. Переваги аксіально-роторних МСП в порівнянні з поперечнопоточними: менше дроблення і втрати зерна; нижче чутливість до зміни подачі хлібної маси, поздовжнього і поперечного нахилу поверхні поля; вище якість прибирання при відхиленні частоти обертання ротора від оптимального значення.

За будовою молотильні апарати класифікуються на бильні, штифтові та комбіновані. Бильні можуть бути одно- або двобарабанными, тоді як штифтові зазвичай мають лише один барабан. У комбінованих молотильних апаратах перший барабан є штифтовим, а другий - бильним.

Молотильно-сепаруючий пристрій комбайна КЗС - 9-1 складається з барабана 1 (рис. 2) і ґратчастої підбарабання (деки) 9 і механізмів приводу.

Барaban являє собою ротор діаметром 700 мм і довжиною 1485 мм. На валу ротора змонтовані диски, до яких приєднано десять планок-подбiчників 20. На планках-подбiчниках закріплені сталеві рифлені бичі 23 [3].

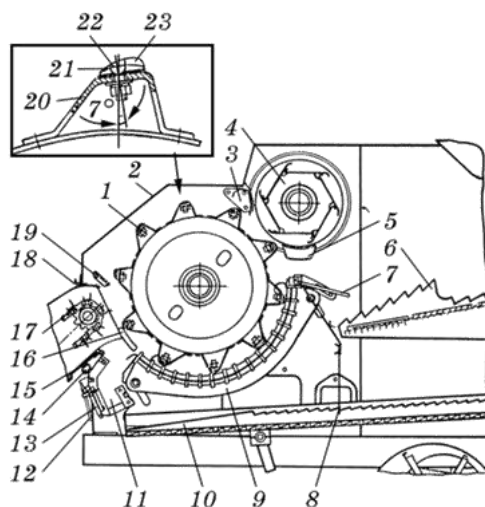


Рис. 2. Молотильний апарат комбайна КЗС-9-1: 1 - барабан; 2 - кришка; 3 - відсікач повітряного потоку; 4 - відбійний бітер; 5, 16 і 19 - щитки; 6 - соломотряс; 7 - пальцева решітка; 8 - полотняний фартух; 9 - підбарабання; 10 - струшувати дошка очищення; 11 - камера камнеуловителя; 12 - рукоятка; 13 - відкидна кришка; 14 - труба з роликками; 15 - перехідний щиток; 17 - плаваючий транспортер; 18 - прогумований ремінь; 20 - Планка-подбiчник; 21 - регулювальна пластина; 22 - болт; 23 – бичі.

Половина бичів має праве напрям рифлів, а решта - ліве. Бичі правого і лівого напрямків встановлюють на барабані по черзі. Це сприяє рівномірному розподілу хлібної маси по поверхні подбарабанья [3-5]. Вал барабана встановлений на двох підшипниках і обертається при роботі.

Зі збільшенням кута охоплення вимолотила зерна зростає.) У задній частині підбарабанья закріплена пальцева решітка 7 [3-5]. Під час роботи молотильного апарату барабан 1, обертаючись з великою швидкістю, бичами 23 вдаряє по хлібній масі і простягає її в зазорі між барабаном і подбарабаньем, таким чином, відбувається обмолот. При цьому зерно відривається і видавлюється з колоса, набуваючи можливість вільно переміщатися в потоці хлібної маси незалежно від материнської рослини, в тому числі виділятися (сепаруватися) з сукупності рухомих стебел [3-5].

В результаті обмолоту однорідна хлібна маса перетворюється в суміш з трьох складових частин: соломи, полови і зерна.

Солома – це стебла обмолочених рослин, половина – подрібнені частини стебел, листя, суцвіття і колосків. Зерно є цілі і травмовані зернівки [3-5].

Суміш зерна і полови називають Дрібним зерновим купую; суміш зерна, полови і соломи - Грубим. Швидкість руху хлібної маси в зазорі між барабаном і подбарабаньем менше, ніж швидкість бичів, а тому хлібна маса піддається багаторазовим їх ударам і добре перетирається.

Обмолоченное зерно разом з дрібними домішками прокидається крізь ґрати подбарабанья 9 і потрапляє на струшує дошку 10, а грубий купу (солома) з

незначною частиною вільного зерна подається до відбійних бітери 4, який направляє його на соломотряс 6.

Оскільки якість роботи молотильного апарату залежить від частоти ударів бив по хлібній масі, то регулюють частоту обертання барабана. Це забезпечується гідрофікованим варіатором [4]. При подачі масла під тиском до гідроциліндра варіатора його плунжер зміщується вправо і переміщує обойму і рухливий диск шківа.

Частоту обертання барабана контролюють за цифровим показником на щитку приладів. На валу барабана змонтована кулачкова муфта, яка забезпечує автоматичне натяг ремня [4]. Частоту обертання барабана комбайна КЗС - 9-1 змінюють в межах від 465 до 1013 об / хв.

Якщо на комбайні встановлено понижуючий редуктор або спеціальний ланцюгової привід зі змінними зірочками, то частоту обертання регулюють від 210 до 420 об / хв [3,4]. Зазор між барабаном і підбарабанням регулюють електромеханічним способом, клавішним перемикачем з кабіни комбайнера. Він повинен забезпечити максимальний вимолотила і мінімальне пошкодження, подрібнення зерна. Якщо зазор малий, то краще відбувається обмолот, проте збільшується пошкодження зерна і значно перетирається і подрібнюється солома.

При великому зазорі не всі зерно вимолочується з колосків. Якість роботи молотильного апарату залежить також від подачі хлібної маси. Збільшення подачі призводить до підвищення кількості недостатньо обмолоченого і значних втрат вільного зерна [3,4]. Зазори між бичами барабана і підбарабанням знаходяться в межах 14-55 мм на вході і 2-43 мм на виході. Їх регулюють електромотором-редуктором за допомогою вимикача.

Для збору зернових культур встановлюють зазори на вході 14-16 мм, а на виході - 3-5 мм. Зазори можна коригувати зміною довжини передніх і задніх підвісок підбарабанья. Контролюють зазори через люки в боковинах корпусу молотарки [3,4].

На зернозбиральних комбайнах встановлюють також і двухбарабанні молотильні апарати з двома бильними барабанами. Ці апарати складаються з приймального бітера 6 (рис.1, б), барабанів 7 і 10, проміжного 9 і відбійного 11 бітерів [4]. Вони мають односекційні підбарабанья і сепаруючу ґрати. Під час роботи хлібна маса спочатку надходить в перший молотильний апарат і обмолочується в першій стадії. Тут вимолочується стигле і велике зерно, яке просівається крізь ґрати підбарабанья і потрапляє на струшувати дошку [4].

Штифтовий молотильний апарат складається з ротора, на поверхні якого закріплені планки зі штифтами 16 (рис. 1, в) і підбарабання 18. На підбарабанням встановлено кілька рядів штифтів 17. Штифти барабана і підбарабання клиновидні [4]. Передня частина штифта барабана відхилена назад, проти напрямку його обертання, а штифти підбарабанья, навпаки, за напрямком обертання. Кожен штифт барабана під час його обертання проходить між двома штифтами підбарабанья. Зазор В з обох сторін штифтів повинен бути однаковий.

Штіфтовий молотильний апарат проводить обмолот більш інтенсивно, ніж більний, але значно перебиває і подрібнює солому [4].

Деякі фірми, наприклад, "Ford New Holland" за сепарується барабанами встановлюють ще додатково відбійний бітер (рис. 3). А фірма "Deutz Fahr" сепаруючий барабан виконала регульованим по висоті, з метою зменшення подрібнення соломи[4,5]. За даними зарубіжних фірм установка сепаруючих барабанів на молотильних апаратах підвищує пропускну здатність молотарок до 20%.



Рис. 3. Claas «LEXION 560/510»

Комбайни фірми "Фіатагрі" мають сепаруючі барабани над передньою частиною соломотряса з можливістю регулювання зазору між барабаном і подбарабаньом або демонтажу останнього [4,5]. На деяких комбайнах фірми "Claas" перед молотильним барабаном встановлюють барабан-прискорювач (рис. 3). Він має частоту обертання на 20% менше, ніж молотильний барабан. Це підвищує якість обмолоту і сепарації.



Рис. 4. Claas «LEXION 5 7 0/5 8 0»

Комбайни фірми "John Deere" можуть бути обладнані двома молотильними барабанами. Перший має діаметр 660 мм, а другий 450 мм. При такій конструкції забезпечується обмолот і набагато менше пошкоджується зерно.



Рис. 5. John Deere 9780 CTS

Аксіально-роторні молотильно-сепаруючі пристрої проводять обмолот хлібної маси з поздовжнім переміщенням її в молотильного апарату [4,5].

Підбарабання - це трьохсекційна прутково-планчаста молотильна решітка. Кожна секція решітки має нерухому, середню і рухливу частини [4,5]. Нерухомі частини секцій встановлені з зазором 42 мм на вході і нерегульованим ступінчастим зазором на виході (23, 29 і 35 мм).



Рис. 6. New Holland CS

Рухомі частини секцій решітки з'єднані планками 2 з механізмом регуляції. Зазор на виході регулюють в межах 2-32 мм. Зазор В на вході нерегульований і становить 35 мм [5]. Сепаруюча частина кожуха має сепаруючі решітки з отворами. Вона приводиться в обертальний рух з частотою 9 об / хв, що сприяє підвищенню сепаруючої здатності. Секції рухомих і нерухомих частин підбарабання і решітки сепаруючої частини змінні відповідно до культури, яка збирається [5].

Висновки. У сучасному агрономічному виробництві молотильно-сепарувальні пристрої є важливими елементами, що забезпечують ефективний обмолот та сепарацію зерна. Різноманітність конструкцій, таких як поперечно-потоківі, аксіально-роторні та комбіновані молотильно-сепарувальні пристрої, дозволяє оптимізувати процеси обробки, зменшити втрати продукції та підвищити якість кінцевого продукту. Ключовими аспектами, що впливають на ефективність роботи молотильно-сепарувальних пристроїв, є конструктивні елементи, кількість обертів частин, а також точність регулювання зазорів між барабаном і підбарабанням. Застосування сучасних технологій та удосконалення конструкцій молотильно-сепарувального пристрою сприяє покращенню результатів сільськогосподарського виробництва, що є важливим для забезпечення продовольчої безпеки.

Список використаної літератури

1. Погорілець О.М. Електронний посібник з розділу «Машини для збирання зернових культур» навчальної дисципліни «Сільськогосподарські та меліоративні машини». Київ. 2008. 206 с.
2. Організаційні форми використання сільськогосподарської техніки: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizaciyi-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 24.09.2024).
3. Ремонт сільськогосподарської техніки в Україні: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizaciyi-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 24.09.2024).
4. Тіщенко Л.М. Теоретичні дослідження процесу підвищення динамічної стабільності молотильних систем зернозбиральних комбайнів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2015. № 4 (80). С. 44–53.
5. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навчальний посібник Т. 1. Вінниця: ВНАУ. 2019. 648 с.

Михайло КЛЕКІТ³²,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЛАНЦЮГОВО-ПЛАНЧАТОГО ТРАНСПОРТЕРА З КОМПОНЕНТАМИ ГРУНТОВИХ СУМІШЕЙ

Анотація. Розглядається питання підвищення ефективності машин для поверхневого внесення компонентів ґрунтових сумішей та добрив шляхом теоретичного дослідження взаємодії робочих органів ланцюгово-планчатого транспортера з компонентами. Розглянуто та досліджено два характерні положення планки ланцюгово-планчатого транспортера в кузові машини для поверхневого внесення добрив та ґрунтових компонентів в залежності від силової взаємодії з матеріалом.

Ключові слова: машина, добриво, ґрунт, бункер, ланцюгово-планчатий транспортер, шиберна заслінка, енергоємність, продуктивність.

Annotation. The issue of increasing the efficiency of machines for surface application of components of soil mixtures and fertilizers is considered through a theoretical study of the interaction of the working bodies of the chain-plate conveyor with the components. Two characteristic positions of the bar of the chain-plate conveyor in the body of the machine for surface application of fertilizers and soil

³²Науковий керівник – асистент Шаповалюк С.О., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

components, depending on the force interaction with the material, were considered and investigated.

Keywords: machine, fertilizer, soil, hopper, chain-plate conveyor, gate valve, energy intensity, productivity.

Вступ. Вирощування овочів та іншої продукції в теплицях ставить високі вимоги до підготовки ґрунтової суміші. Значні витрати праці і енергії потрібні для розподілу складових ґрунтової суміші компонентів – землі, торфу, піску, добрив та інших компонентів в буртах перед змішуванням.

Машини і механізми для розподілу (укладання) компонентів ґрунту для теплиць в даний час серійно не виробляються. Використовують в цих цілях бульдозерні навішування БН-1, навантажувачі ПКУ-0,8; ПЕ-0,8Б, розкидачі мінеральних та органічних добрив РУН-1,5, РОУ-6, які не забезпечують необхідної якості укладання, мають високу енергоємність, що призводить до загальної низької ефективності процесу [1, 2].

Для укладання всіх компонентів необхідно кілька проходів зазначених технологічних засобів, це призводить до зниження продуктивності, зростання енергоємності і витрат на приготування ґрунтової суміші в цілому. Крім того, в повному обсязі виключається ручна праця.

Для підвищення ефективності укладання необхідно досягти зростання продуктивності і зниження енергоємності укладання компонентів. Пошарове укладання декількох компонентів дозволить скоротити кількість проходів агрегату, підвищити продуктивність, знизити витрату ПММ. Розробка і обґрунтування параметрів агрегату для пошарового укладання ґрунтових компонентів, здатного забезпечити необхідну продуктивність і ефективність укладання є актуальною науковою задачею.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення продуктивності, зниження витрат при підготовці та використанні ґрунту і собівартості готової продукції необхідна розробка нових методів. Пропонована технологічна схема підготовки і використання ґрунту включає наступні операції (рис.1):

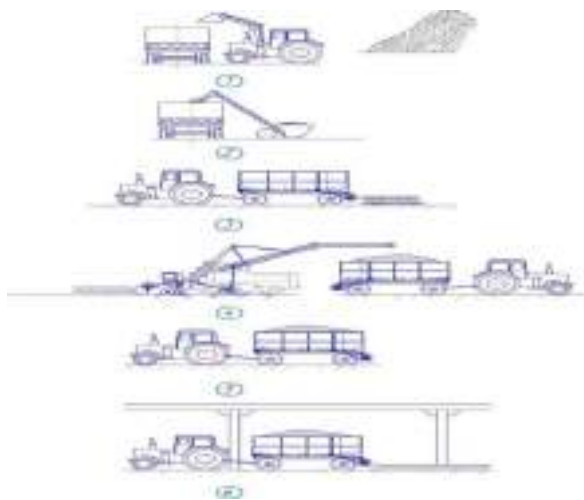


Рис.1. Схема технологічного процесу приготування і укладання ґрунту в теплиці з застосуванням машини для поверхневого внесення

1 – завантаження органічних матеріалів в машину для поверхневого внесення добрив (органічними матеріалами можуть бути чорнозем, земля, торф;

2 – завантаження удобрювальних матеріалів в машину для поверхневого внесення добрив (удобрюючим матеріалами є торф, органічні добрива, компост, тирса, крейда та інші;

3 – пошарове укладання матеріалів на майданчику за допомогою машини, що дозволяє укласти кілька компонентів за один прохід;

4 – змішування і навантаження в транспортний засіб. Дана операція виконується навантажувачем – змішувачем, змішування проводиться під час навантаження;

5 – доставка ґрунту в теплицю;

6 – розподіл по поверхні підлоги теплиці.

При роботі планки ланцюгово-планчатого транспортера в кузові машини для поверхневого внесення добрив, ґрунтових компонентів по силувій взаємодії з матеріалом можна виділити два характерних положення (рис. 2).

У першому положенні планка рухається, спираючись нижньою частиною на настил, верхньою частиною – відокремлює шар компонента в бункері.

У другому положенні планка продавлює відокремлений шар через шиберну заслінку, що виконує роль обмежувача маси, що подається.

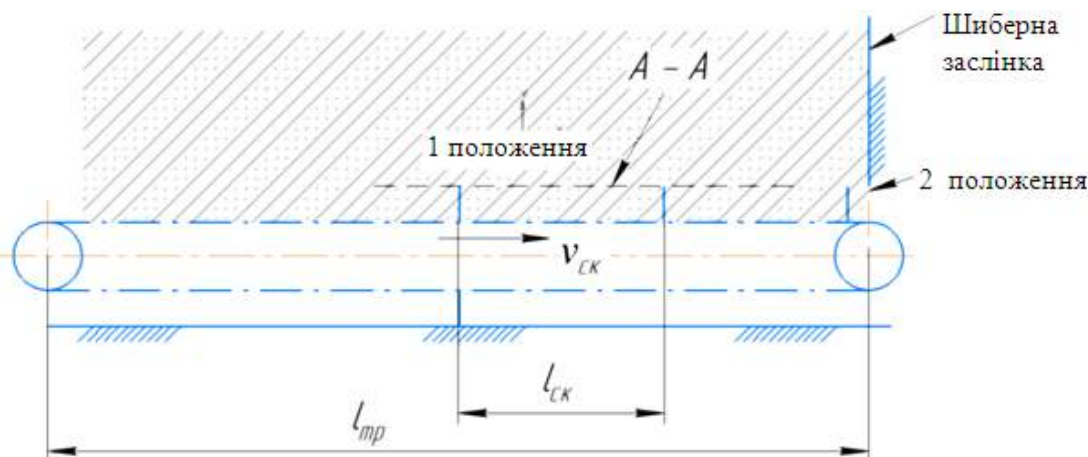


Рис. 2. Схема подачі та вивантаження компонента в бункері ланцюгово-планчатого транспортера

Розглянемо перше положення (рис. 2). Відділення шару чорнозему або іншого компонента зрушенням всередині основного масиву з утворенням умовної поверхні $A - A$ зсуву, що відділяється щодо всієї маси компонента в кузові.

Зусилля планки $F_{СК}$ буде долати такі опори (рис. 3) [3, 4]:

$F_{сд}$ – опір відділення шару зрушенням від основного масиву;

$F_{трп}$ – опір від тертя відділення шару, що утворюється в поверхні самого матеріалу;

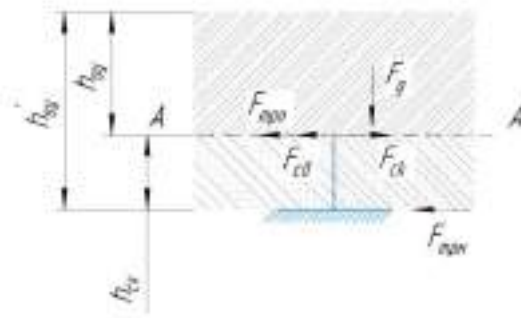


Рис. 3. Схема сил, що діють на планку в положенні 1

При цьому необхідні такі припущення:

1 – ланцюг натягнуто досить сильно, щоб планка не відхилялася від вертикального положення;

2 – швидкість руху планки невелика і силами інерції можна знехтувати.

Зусилля на планці [5]:

$$F_{СК} = F_{СД} + F_{ТРП} + F_{ТРН}. \quad (1)$$

Підставивши значення вхідних сил в формулу (2):

$$F_{СД} = A_{СД} \tau_{СД}. \quad (2)$$

де $A_{СД}$ – площа поверхні зсуву компонента планкою, м²;

$\tau_{СД}$ – напруження зсуву компонента, Па [6].

$$F_{ТРН} = \rho_{oy} b_{ск} l_{ск} h_{oy} g f_{вн}, \quad (3)$$

де ρ_{oy} – щільність компонента,

$b_{ск}$ – товщина планки,

$l_{ск}$ – довжина планки,

h_{oy} – висота шару масиву, від якого відокремлюється шар компонента,

g – прискорення вільного падіння.

$$F_{ТРП} = \rho_{oy} b_{ск} l_{ск} h'_{oy} g f_{м}, \quad (4)$$

де h'_{oy} – товщина шару компонента в бункері.

Всі сили направлені уздовж ланцюга транспортера.

Підставляючи значення сил, одержимо вираз для визначення зусилля на планці:

$$F_{СК} = A_{СД} \tau_{СД} + m g f_{вн} + m g f_{м} = b_{ск} h_{ск} \tau_{ск} + \rho_{oy} b_{ск} l_{ск} h_{oy} g f_{вн} + \rho_{oy} b_{ск} l_{ск} h'_{oy} g f_{м}. \quad (5)$$

У другому положенні виникає додатковий опір від ущільнення органічних добрив перед шиберною заслінкою (рис. 4).

Зусилля на планці від ущільнення добрив

$$F_y = \sigma A_y = \sigma b_{ск} h_{oy}, \quad (6)$$

де σ – напруження кришення компонента.

Таким чином, зусилля для переміщення при роботі ланцюга з планкою буде визначатися за виразом:

$$F_{цс} = \sum F_{ск} + F_y = (F_{СД} + F_{ТПП} + F_{ТРН}) \frac{l_{ТП}}{l_{СК}} + F_y =$$

$$= (b_{ск} h_{ск} \tau_{ск} + \rho_{оу} b_{ск} l_{ск} h_{оу} g f_{ви} + \rho_{оу} b_{ск} l_{ск} h'_{оу} g f_m) \frac{l_{ТП}}{l_{СК}} + F_y. \quad (7)$$

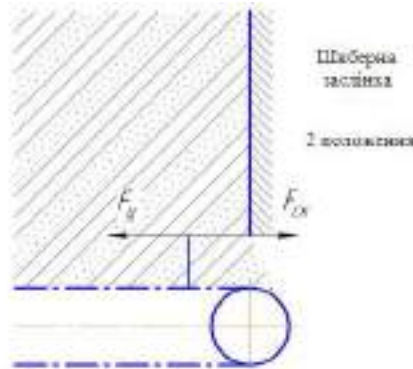


Рис. 4. Положення планки при взаємодії з шиберною заслінкою

Висновки. Теоретично досліджено два характерні положення планки ланцюгово-планчатого транспортера в кузові машини для поверхневого внесення добрив та ґрунтових компонентів в залежності від силової взаємодії з матеріалом. Запропоновані вирази для визначення зусилля для переміщення планки при роботі ланцюга ланцюгово-планчатого транспортера.

Основна мета досліджень спрямована на підвищення продуктивності, зниження енергоємності шляхом обґрунтування параметрів ланцюгово-планчатого транспортера машини для пошарового укладання ґрунтових компонентів.

Список використаної літератури.

1. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр.ун-ту*. 2011. № 29. С. 252–260.
2. Любін М. В. Механізація транспортуючих робіт: [навч. посіб.]. Ч. II: Транспортуючі машини без тягового органу. Вінниця: ВНАУ, 2010. 230 с.
3. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
4. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: Твори, 2020. 355 с.
5. Сивак Р.І., Деревенько І.А. Короткий курс теоретичної механіки: ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. – 200 с. Любін М. В., Токарчук О. А., Єленіч М. П. Розрахунки підймальних механізмів та машин: навч. посіб. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2013. – 208 с

Владислав МАРУСЯК³³,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЕРГОНОМІКА В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

***Анотація:** Стаття присвячена дослідженню проблем безпеки праці та ергономіки в аграрному виробництві. Визначено основні фактори ризику, що впливають на здоров'я і працездатність працівників, зокрема фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні аспекти. Особливу увагу приділено впровадженню сучасних технологій для зниження травматизму та поліпшення умов праці. Запропоновані заходи спрямовані на підвищення ефективності та безпеки аграрного виробництва.*

***Ключові слова:** ергономіка, умови праці, засоби праці, система, працівник, машина*

***Annotation:** The article is devoted to the study of occupational safety and ergonomics in agricultural production. The main risk factors that affect the health and performance of workers, including physical, chemical, biological and psychophysiological aspects, are identified. Particular attention is paid to the introduction of modern technologies to reduce injuries and improve working conditions. The proposed measures are aimed at improving the efficiency and safety of agricultural production.*

***Key words:** ergonomics, working conditions, working tools, system, employee, machine*

Вступ. Однією з причин високого рівня виробничого травматизму та професійних захворювань в Україні є відсутність належної уваги до ергономічних вимог до засобів праці та умов праці. Ергономіка є елементом складної системи «охорона праці» і пов'язана з іншими елементами цієї системи внутрішньосистемними зв'язками. Ергономіка - це система багатьох взаємопов'язаних елементів, зокрема людей і засобів праці. Основним завданням охорони праці (і, звичайно, ергономіки) є мінімізація виробничого травматизму та професійних захворювань, а також забезпечення здорових і безпечних умов праці для людей. Людино-машинні системи вивчаються в багатьох галузях сучасними методами. Однак слід визнати, що в цій сфері людської діяльності залишається ще багато проблем. Статистика виробничого травматизму (в тому числі зі смертельними наслідками) в українському сільському господарстві наочно демонструє цю ситуацію.

Взаємовідносини між людиною і машиною є одним з багатьох видів

³³Науковий керівник – Спірін А.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві

відносин залежності, які виникають під час роботи. Існує чотири типи таких залежностей: «людина-машина», «людина-людина», «машина-машина» та «робота-робота». В ергономічних дослідженнях часто важливо визначити, які елементи керування працівники використовують на робочому місці - як часто вони використовують кожен з них і, що найважливіше, в якому порядку[1].

Для полегшення цього завдання вводиться поняття «зв'язків». Інформація про отримані зв'язки узагальнюється за допомогою спеціальної матриці. Крім людино-машинної взаємодії в сільському господарстві необхідно також враховувати характеристики матеріального середовища і зовнішні умови робочого місця.

Аналіз системи «людина-машина» повинен враховувати не тільки технічні аспекти, але й особливості матеріального середовища і зовнішніх умов робочого місця, а також організаційні питання, які виникають тільки під час динамічного аналізу системи.

Виклад основного матеріалу. Нинішній стан охорони праці в Україні є неприйнятно низьким. Про це свідчать показники травматизму за останні роки. В. Садієнко, заступник голови Державної служби з питань праці, в інтерв'ю одному з інтернет-сайтів навів такі цифри. Кількість нещасних випадків, зафіксованих за останні п'ять років, виглядає наступним чином (знаменник: нещасні випадки зі смертельними наслідками): 2016 рік - 315/50; 2017 рік - 265/46; 2018 рік - 278/42; 2019 рік - 275/46; 2020 рік - 208/28. У січні-вересні 2021 року цей показник становить 128/33. Незважаючи на деяку тенденцію до зростання в останні кілька років, кількість травм, особливо смертельних, залишається досить високою. Крім того, більшість травм припадає на сезон збору врожаю зернових. Це пов'язано з піковою інтенсифікацією робочих процесів, неправильною поведінкою через високі температури, нехтуванням особистою безпекою, відсутністю належного управління безпечною роботою з боку технічного та кваліфікованого персоналу та іншими причинами. Як бачимо, більшість причин (нехтування особистою безпекою, відсутність належного управління безпечною роботою) є причинами організаційного характеру, тобто цілком штучними. Однак є також причини (стрес у робочому процесі, високі температури), які безпосередньо пов'язані з ергономікою, однією зі складових системи «людина - робочий процес», тобто з охороною праці. Адже за визначенням Міжнародної організації ергономіки, прийнятим на конгресі 2010 року, «Ергономіка - це наука: «Ергономіка - це наукова дисципліна, що вивчає взаємодію між людиною та іншими елементами системи, а також теорія цієї науки з метою забезпечення здоров'я людини та оптимізації роботи всієї системи, це сфера діяльності, в якій застосовуються принципи, дані та методи» [2-3]. Згідно з цим визначенням, ергономіка повинна виконувати наступні завдання. Ергономісти повинні виконувати наступні завдання: проводити дослідження, спрямовані на адаптацію елементів системи «людина-праця» до природних фізичних і психологічних можливостей працівників; забезпечувати максимальну продуктивність праці; запобігати всім загрозам для здоров'я людини та

оптимізувати споживання біологічних ресурсів у процесі праці[3].

Всі ці завдання органічно поєднуються з цілями охорони праці як наукової дисципліни і практичного явища, в даному випадку системи охорони праці в сільському господарстві. Отже, ергономіка є елементом складної системи «охорона праці» і пов'язана з іншими елементами цієї системи внутрішньосистемними зв'язками. Іншими словами, ергономіка - це система певної кількості взаємопов'язаних елементів, основними з яких є людина і знаряддя праці. У трудовому процесі ці елементи тісно взаємопов'язані і впливають один на одного, і від правильної взаємодії цих елементів залежить результат трудового процесу і здоров'я працівників.

Трудовий процес вимагає щонайменше двох елементів: людей і знарядь праці. Хоча деякі знаряддя праці не є машинами в строгому сенсі (наприклад, простий молоток), в більшості випадків використовується термін «людино-машинна система». Далі також розглядаються особливості функціонування людино-машинних систем.

Основною метою охорони праці (і, звичайно, ергономіки) є мінімізація виробничого травматизму та професійних захворювань, а також забезпечення здорових і безпечних умов праці для людей. Це вимагає ретельного вивчення характеру внутрішніх зв'язків системи «людина-машина» та її реакції на зовнішні збурення при забезпеченні нормативної продуктивності системи. Вивченню цих закономірностей і присвячено дане дослідження[4].

Процес пристосування знарядь і машин до трудової діяльності людини має таку ж давню історію, як і сама трудова діяльність. З давніх-давен існувало прагнення створити знаряддя праці, якими можна було б користуватися найефективніше і найзручніше. Раціональні форми знарядь праці мають особливе значення у вирішенні проблеми пристосування умов праці до людини. Особливо це стосується сільського господарства, де частка ручної праці все ще велика і значно вища, ніж в інших галузях економіки. При цьому не завжди враховуються анатомо-фізіологічні та виробничо-психологічні потреби людини, а консерватизм та інертність мислення є основними перешкодами на шляху гуманізації людини і системи трудового процесу. Недосконалість знарядь праці спричиняє одну з головних проблем ергономіки: взаємодію людини з різними машинами та іншим виробничим обладнанням. Коли працівники використовують ручні інструменти або машини, якими керує і управляє людина (тобто неавтоматизоване обладнання), виникають проблеми безпеки, надійності, простоти обслуговування, уникнення небезпечних ситуацій, що загрожують здоров'ю і життю людини, а також високі енерговитрати (через високі динамічні навантаження). Крім того, статичні умови роботи, такі як стоячи, зігнувшись або лежачи, можуть викликати додаткові труднощі.

При роботі з машинами, які автоматично управляються або вимагають лише незначного втручання оператора, основна проблема з точки зору фізичного стресу зміщується з динамічного навантаження на фізичне. До них відносяться необхідність стежити за показаннями обладнання, психологічна втома від монотонних завдань (і пов'язані з нею гальмівні реакції, що призводять до

зниження концентрації уваги і точності), робота на самоті, емоційний стрес і напруга, пов'язана з відповідальністю за обладнання (яке часто є дуже дорогим і вихід якого з ладу може загрожувати життю працівників і виживанню компанії)[2].

Поширення автоматизації виробництва призводить до інших проблем, які є прямим наслідком вузької спеціалізації. Поділ праці знижує зацікавленість працівників у своїй роботі, призводить до «дегуманізації» праці та зменшує здатність працівників впливати на кінцевий результат своєї роботи. Це неминуче призводить до зменшення ролі людини над засобами виробництва та результатами виробничого процесу. Ця проблема особливо актуальна для сільськогосподарського виробництва, особливо рослинництва, де більша частина технічної роботи виконується однією людиною.

Взаємовідносини між людиною і засобами виробництва - це лише один аспект аналізу системи «людина-машина». Система в цілому є набагато складнішою і тому в її функціонуванні виникає багато проблем.

Відносини між людиною і машиною є одним з багатьох відносин залежності, які виникають в процесі праці. Існує чотири типи таких залежностей: «людина-машина», «людина-людина», «машина-машина» і «робота-робота». Останні дві залежності пов'язані з технологією та організацією виробництва. Оптимізація цих відносин є технологічним і організаційним викликом. Спілкування людини з людиною в процесі праці є соціально-психологічною проблемою. Решта - це відносини між людьми і машинами, які є предметом нашого дослідження. Методології аналізу залежностей, що виникають у трудових процесах, є дуже складною частиною психології та наукової організації праці. Однак ці залежності мають вирішальне значення для оптимального вирішення проектних, технічних та організаційних проблем в аграрному секторі.

Однак не всі зв'язки рівноцінні з точки зору управління машиною. Одна ланка може бути важливішою за іншу, але рідше. Якщо обслуговування одного вузла особливо важливе для безпеки всієї системи, елементи керування цим вузлом повинні бути розташовані там, де до них легко дістатися. У деяких випадках може бути важливо використовувати два елементи керування, по одному за раз, хоча таке з'єднання зустрічається рідко. У таких випадках під час планування розташування елементів керування слід враховувати частоту та важливість з'єднання[6].

Визначення важливості таких зв'язків є складним, оскільки зазвичай базується на суб'єктивному судженні оператора. У цьому випадку для визначення відносної важливості окремих зв'язків можна використовувати експертну оцінку. Існують і простіші методи визначення важливості або відносної «ваги» зв'язків. У більшості випадків важливість зв'язку пов'язана з частотою його появи. Для простоти, але оскільки цього достатньо для практичних цілей, ми обмежимося трибальною оцінкою і надамо кожному зв'язку вагу 3,2 або 1 в залежності від його частоти або важливості. Найчастіші або найважливіші посилення отримують 3 бали, проміжні посилення - 2 бали, а рідкісні або неважливі посилення - 1 бал. Потім ваги просто перемножуються

одна на одну, щоб отримати загальну вагу кожної ланки.

Спочатку для аналізу обираються найважливіші елементи системи, а другорядні ігноруються. Потім відбираються тільки робітники і машини (або елементи управління, якщо вони є предметом дослідження), які мають значну вагу ланок. Після отримання цих даних можна приступати до побудови вагових матриць. Бажано використовувати різні символи для позначення людей і машин (наприклад, літери для машин і цифри для людей). Приклад такої матриці (числа, що характеризують вагу ланок у ній, вибрані випадковим чином) наведено в Таблиці 2. У цій матриці число в кожній комірці позначає зв'язок, отриманий шляхом множення частоти зв'язку на рейтинг важливості, що дорівнює трьом балам[1].

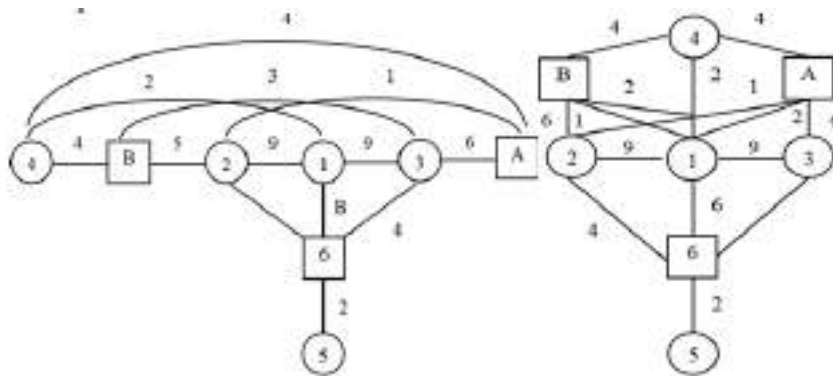


Рис.1 Графічний спосіб вирішення проблеми розміщення системи

Розв'язання розбите на два етапи. Спочатку намалюйте діаграму, де машина зображена прямокутником, а людина - колом, і спочатку намалюйте фігуру з найбільшою кількістю зв'язків (робітник 1). Потім намалюйте фігуру з найбільшою вагою зв'язку з першою фігурою (робітник 2) і з'єднайте обидві фігури лінією. Таким чином, створюється зв'язок для робітника 1, а інші зв'язки малюються таким же чином. У нижній частині рисунка 1 показано те саме рішення у спрощеному випадку, з'єднане короткою лінією.

Якщо всі елементи зв'язків побудовані правильно, ця діаграма показує приклад оптимального рішення для обраного нами випадку.

У будь-якому випадку, термін «машина» відноситься до будь-якого обладнання, що використовується людиною для досягнення мети. Людино-машинні системи виконують три основні функції:

1. функції введення, які забезпечують інформацію для органів чуття людини;
2. функція управління, яку виконує центральна нервова система людини;
3. функція виходу. Зазвичай, але не завжди, це забезпечується через органи чуття, рухові органи та м'язи людини.

Типовим прикладом замкненої системи, тобто системи зі зворотним зв'язком, є водій автомобіля, який повинен підтримувати певну швидкість, наприклад, 80 км/год. «Вихід» водія - це його нога на педалі акселератора, яка є «входом» двигуна. У цьому замкненому циклі виконавчий механізм (двигун автомобіля) залежить від попереднього елемента (поведінки водія). Прикладом

порушеної системи зв'язку між людиною і машиною є ситуація, коли двигун автомобіля запускається простим натисканням на стартер[3].

Існує три етапи взаємодії між людиною і машиною:

1. 1. Сприйняття інформації (зондування) Безпосереднє спостереження за виробничим (або іншим) процесом або спостереження за показниками контрольно-вимірювального приладу, що відображає параметри процесу. Сприйняття здійснюється за допомогою органів чуття людини. Інформація, отримана від органів чуття, передається в центральну нервову систему.

2. обробка (перетворення) отриманої інформації відбувається в центральній нервовій системі і призводить до прийняття певного рішення (в даному випадку це може бути рішення нічого не робити). Характер рішення, його точність і швидкість прийняття залежать не тільки від зовнішньої (машинної або навколишньої) інформації, але і від внутрішньої. Внутрішні знання надходять з пам'яті, яка зберігає інформацію, інструкції та досвід, отримані в минулому. Крім того, інтуїція відіграє важливу роль і має значний вплив на прийняття рішень.

3. завершальний етап трудового процесу - це коли рішення приймається виконавчим органом (наприклад, групами м'язів рук і ніг) для виконання цього рішення. Цей завершальний етап називається управлінням і здійснюється в людино-машинних системах шляхом впливу на управління машиною для внесення необхідних змін у процесі в системі. У цьому випадку «виходом» є виконавець, а «входом» - контролер машини.

Таким чином, сприйняття, прийняття рішення і виконання утворюють замкнуту систему трудових процесів. Суть взаємовідносин між двома основними елементами цієї системи, людиною і машиною, полягає в процесі передачі інформації та управління[1-6]. Між машиною і людиною існує також зворотний зв'язок, який працює за наступною схемою: сигнальний пристрій - рецептор - центральна нервова система - виконавчий орган - орган управління. З вищесказаного можна зробити наступні висновки. (При аналізі будь-якого технічного процесу (чи то на стадії проектування, чи то на стадії виробництва, чи то на стадії вдосконалення існуючих машин) неможливо мислити тільки з технічної точки зору і тільки з точки зору суто конструктивних рішень. Правильне вирішення цієї проблеми полягає в оптимальному поєднанні людини і машини, тобто у вирішенні системи «людина-машина» як єдиного і цілісного цілого. Людське тіло, його мозок, нервова система і м'язова система є дивовижним «механізмом» з точки зору взаємодії. Однак фізіологічні та розумові можливості цього «механізму» обмежені. Інженери-проектувальники та техніки повинні знати людські можливості, щоб не створювати машини, які неможливо належним чином обслуговувати. Це припущення особливо актуальне для сільськогосподарської техніки через реалії галузі[6].

Крім взаємодії людини і машини в сільському господарстві, необхідно також враховувати характеристики матеріального середовища і зовнішніх умов на робочому місці. На відміну від двостороннього зв'язку між основними елементами системи (і зворотного зв'язку, що виникає при цьому), вплив мікроклімату та інших параметрів навколишнього середовища на працівника є

одностороннім, тобто намагання змінити ці умови не є самоціллю. Те ж саме можна сказати і про умови праці на робочому місці (наприклад, положення тіла, розмір і форма сидіння, швидкість роботи, ритми праці та відпочинку). Завжди передбачається, що конструкція машини не становить прямої загрози здоров'ю або життю працівників. Всі ці фактори впливають на спосіб взаємодії системи «людина-машина». Тому аналіз системи в цілому повинен включати аналіз матеріального середовища робочого місця.

На функціонування системи, що розглядається, також впливає режим праці, тобто тривалість робочого періоду та періодів відпочинку. Ці елементи умов праці мають особливе значення в ергономіці, оскільки вони можуть призвести до таких негативних явищ, як втома. Необхідно пам'ятати, що проблема втоми, будь то фізична, нервова або розумова, завжди актуальна, навіть коли відсутні шкідливі фактори, такі як отруєння, загазованість і т.д., які можуть призвести до професійних захворювань, а ризик нещасних випадків мінімальний[2].

Дослідження в галузі гуманізації умов праці охоплюють набагато більше тем, ніж ті, що розглядаються в цій статті. Детальні та систематичні дослідження в цій сфері людської діяльності можуть покращити умови праці та значно знизити ризик нещасних випадків і професійних захворювань.

Висновки. Безпека праці та ергономіка є ключовими факторами забезпечення ефективності та стабільності аграрного виробництва. Аналіз ризиків і впровадження сучасних ергономічних рішень сприяють зниженню травматизму, підвищенню продуктивності працівників і покращенню умов праці. Важливо продовжувати розвиток технологій безпеки та впроваджувати науково обґрунтовані заходи для мінімізації негативного впливу виробничих факторів на здоров'я працівників.

Список використаних джерел

1. Абракітов В. Е. Ткаченко І. О. Ергономіка робочих місць: науковий журнал. Харків. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2017. 78 с. (дата звернення 10.09.2024).
2. Горностаї О.Б. Розвиток професійних захворювань в Україні: науковий вісник НЛТУ України. №23,16. 2013. С.396-401 (дата звернення 08.09.2024).
3. Давідіч Ю.О., Куш Є.І., Понкратов Д.П. Ергономічне забезпечення транспортних процесів: навчальний посібник. ХНАМГ. 2011. 392 с. (дата звернення 05.09.2024).
4. Бойко А.І., Новицький А.В., Банний О.О. Оцінка надійності системи «людина – машина» в умовах зниження рівня її працездатності й удосконаленні складової «людина-оператор». *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*: науковий журнал. №43, част.2. 2013. С.32-38 (дата звернення 13.09.2024).
5. Войналович О.В., Марчишина Є.І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві: навчальна література. Центр навчальної літератури. 2017. 691 с. (дата звернення 15.09.2024).

6. Цуркан О.В. Системний підхід до вивчення технології післязбиральної обробки насіння гарбуза. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*: науковий журнал. №4(115). 2021. С.141-147 (дата звернення 20.09.2024).

Іван НАГОРНЯК³⁴,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ ДВЗ З ПЕРЕВЕДЕННЯМ ЙОГО НА 6-ТИ ТАКТНИЙ РОБОЧИЙ ЦИКЛ

***Анотація.** Стаття досліджує вдосконалення двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) шляхом переходу на 6-тактний робочий цикл з упорскуванням води. Зокрема, підвищення ефективності використання палива, зменшення викидів шкідливих речовин та зниження робочої температури двигуна. У статті також розглядаються технічні виклики впровадження цієї технології та перспективи її застосування в транспорті.*

***Annotation.** The article investigates the improvement of internal combustion engines by switching to a 6-stroke cycle with water injection. In particular, increasing the efficiency of fuel use, reducing emissions of harmful substances and lowering the operating temperature of the engine.*

The article also examines the technical challenges of implementing this technology and the prospects for its application in transport.

Вступ. Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) є фундаментальними технологіями, які забезпечують рух автомобілів, генерацію електроенергії та інші важливі процеси. Попри розвиток альтернативних енергетичних джерел, таких як електромобілі, ДВЗ залишаються актуальними завдяки своїй високій питомій потужності та надійності. Однак основні проблеми цих двигунів пов'язані з високими викидами шкідливих речовин та низьким коефіцієнтом корисної дії – у середньому тільки 20-30% енергії, що утворюється при спалюванні палива, перетворюється на корисну роботу. Решта втрачається у вигляді тепла.

Одним із способів підвищити ефективність двигуна та зменшити вплив на довкілля є переведення його на 6-тактний робочий цикл із упорскуванням води. У цій статті розглянемо, як цей процес працює, які переваги дає та яким чином може змінити майбутнє двигунів внутрішнього згорання.

³⁴Науковий керівник: д.т.н., професор Анісімов В.Ф. кафедри агроінженерії та технічного сервісу

Виклад основного матеріалу. Перші прототипи 6-тактних двигунів з'явилися у другій половині ХІХ століття. Відомий інженер Джеймс Аткинсон ще в 1882 році запропонував конструкцію двигуна, яка дозволяла ефективніше використовувати паливо. Однак через технологічні обмеження того часу, ці ідеї не отримали масового впровадження.

У сучасній індустрії кілька компаній та інженерів працюють над удосконаленням 6-тактних двигунів. Одним із найбільш відомих прикладів є розробки Брюса Кроуера, американського інженера, який у 2004 році представив власний 6-тактний двигун. Його розробка використовує два додаткові такти для охолодження і видалення газів, що дозволяє значно зменшити теплові втрати та підвищити ефективність використання палива.

Ця модель показала, що такий тип двигуна може знизити споживання палива до 30%, а також зменшити викиди шкідливих речовин. Дослідження Кроуера привернули увагу автомобільної індустрії, хоча ця технологія ще перебуває на стадії експериментальних розробок [1].

Принцип роботи 6-тактного двигуна з упорскуванням води. Класичний 4-тактний двигун працює за стандартною схемою: впуск, стиснення, робочий хід і випуск. Однак у 6-тактному двигуні додаються два додаткові такти, що значно змінюють процеси в циліндрі. Класичний 4-тактний цикл наведений в роботі [2].

Розглянемо роботу двигуна з шеститактним циклом (рис. 1):

Перший такт впуску, під час якого поршень рухається до нижньої мертвої точки (НМТ). При цьому впускний клапан відкритий і за рахунок розрідження створюваного поршнем та кільцями до циліндра через повітроочисник потрапляє очищене повітря. На початку цього такту обидва клапани залишаються відкритими для кращого очищення циліндра від газів з попереднього циклу (перекриття клапанів).

Другий такт – стиск І, протягом якого відбувається стискування повітря. Під час цього такту поршень рухається до верхньої мертвої точки (ВМТ), а так як обидва клапани закриті, повітря стискається. На початку цього такту впускний клапан деякий час залишається відкритим, щоб використати інерційний рух повітря у впускному трубопроводі і тим самим краще наповнити циліндр свіжим зарядом. В кінці цього такту однією з форсунок впорскується мілко розпилене паливо, яке змішується з нагрітим повітрям і самозагоряється.

Третій такт – робочий хід І, який відбувається за рахунок розширення газів. Під час цього такту обидва клапани закриті, а поршень рухається до НМТ за рахунок розширення газів які утворюються внаслідок згорання палива. Процес згорання починається в кінці другого і закінчується на початку першого такту. В кінці третього такту відкривається випускний клапан і частина відпрацьованих газів виходить в атмосферу внаслідок різниці тисків (атмосферного і тиску в циліндрі).

Четвертий такт – стиск ІІ, на протязі якого стискаються відпрацьовані гази. Під час цього такту поршень рухається до верхньої мертвої точки (ВМТ), а так як обидва клапани закриті, відпрацьовані гази стискаються. На початку цього такту випускний клапан деякий час залишається відкритим, з метою зниження

протитиску під час стиску відпрацьованих газів, що сприяє підвищенню ККД. В кінці цього такту іншою форсункою впорскується вода, яка при контакті з відпрацьованими газами, випаровується [3, 4].

П'ятий такт – робочий хід II, який відбувається за рахунок розширення водяної пари. Під час цього такту обидва клапани закриті, а поршень рухається до НМТ за рахунок розширення водяної пари. В кінці цього такту відкривається випускний клапан і частина відпрацьованих газів і водяної пари виходять в атмосферу внаслідок різниці тисків. Шостий такт – випуск. Під час випуску поршень рухається до ВМТ. При цьому випускний клапан відкритий, внаслідок чого решта відпрацьованих газів та водяної пари виштовхуються в атмосферу. В кінці цього такту, для кращого очищення циліндра, відкривається впускний клапан [3, 4]. Далі цикл повторюється.



Рис. 1. Шеститактний цикл ДВЗ

Ця схема дозволяє використовувати залишкову теплову енергію, яка зазвичай втрачається в традиційних 4-тактних двигунах. В результаті вода, перетворюючись на пару, збільшує загальну потужність двигуна без додаткового споживання пального.

Переваги 6-тактного циклу з упорскуванням води:

1. Підвищена ефективність використання палива. Оскільки процес упорскування води дозволяє повторно використовувати тепло, яке утворюється під час згоряння палива, це призводить до значного збільшення ефективності. Вода перетворюється на пару, що розширюється, створюючи додатковий робочий хід. Таким чином, один цикл згоряння пального дає два робочі ходи, що підвищує ККД двигуна на 10-30%.

2. Зниження витрат палива. Завдяки другому робочому ходу, який не потребує додаткового згоряння пального, знижується кількість необхідного пального. Це зменшує витрати на експлуатацію, що є важливою перевагою для транспорту та промислових застосувань.

3. Зниження робочої температури двигуна. Упорскування води також допомагає охолоджувати циліндри, оскільки частина тепла витрачається на перетворення води в пару. Це дозволяє уникнути перегрівання двигуна і продовжує термін його служби, знижуючи потребу в додаткових системах охолодження.

Внутрішнє охолодження дозволяє суттєво, на 30-50%, форсувати двигуни за ступенем стиснення, уникнувши детонації. Ступінь стиску для бензинових модифікацій може бути збільшена до 14-16:1, а для дизельних - до 25-35:1. Це різко підвищує ефективність згоряння паливоповітряної суміші (на 40% порівняно з циклом Отто), тим самим покращуючи екологічні характеристики двигуна. Розміри та маса двигуна можуть бути знижені без шкоди для динаміки авто [1].

4. Зниження викидів шкідливих речовин. Підвищення ефективності двигуна і зниження кількості пального призводить до скорочення викидів шкідливих газів, таких як оксиди азоту (NOx) і вуглекислий газ (CO₂). До того ж, упорскування води частково очищує залишки продуктів згоряння, що додатково сприяє екологічній чистоті процесу.

Недоліки та технічні виклики. Попри всі переваги, 6-тактний двигун з упорскуванням води має свої недоліки та виклики, які потребують вирішення:

1. Складність конструкції. Перехід на 6-тактний робочий цикл вимагає значних змін у конструкції двигуна. Потрібно адаптувати систему упорскування води, а також додати нові клапани або змінити роботу наявних для забезпечення другого робочого ходу. Це ускладнює проектування та виробництво таких двигунів.

2. Потреба в чистій воді. Для ефективної роботи двигуна необхідно використовувати чисту воду, щоб уникнути накопичення відкладень і корозії в циліндрах. Умови експлуатації автомобілів, особливо в регіонах із нестачею води або її низькою якістю, можуть обмежувати поширення цієї технології.

3. Необхідність додаткових систем. Для організації впорскування води

можуть знадобитися додаткові системи подачі і фільтрації води, що підвищує загальну масу та вартість автомобіля. До того ж, контроль кількості води повинен бути дуже точним для уникнення надлишкового охолодження або недостатньої генерації пари.

4. Утворення сірчаної кислоти. Якщо вода, яка впорскується під час четвертого такту, взаємодіє з сіркою, що міститься в дизельному паливі, це може призвести до утворення сірчаної кислоти.

У дизельному паливі сірка присутня у вигляді сірковмісних сполук. При згорянні дизельного палива сірка окислюється і утворює діоксид сірки (SO_2). Далі цей діоксид може окислюватися до триоксиду сірки (SO_3). Коли вода (у формі водяної пари або в результаті впорскування) контактує з SO_3 , утворюється сірчана кислота (H_2SO_4).

Наслідком цього є можливість утворення корозії. Сірчана кислота дуже агресивна і може спричинити корозію металевих частин двигуна, таких як стінки циліндра, поршні, клапани та інші компоненти. Це може значно знизити довговічність двигуна.

Крім корозії, вихлопи газів, що містять сірчану кислоту, можуть дещо негативно впливати на навколишнє середовище.

Утворення сульфатів. Крім сірчаної кислоти, можливе утворення інших сульфатів, зокрема сульфатів металів, якщо вода взаємодіє з сірковмісними частинками і металевими поверхнями двигуна.

Внаслідок цього можуть накопичуватися тверді відкладення в двигуні та вихлопній системі. Це може призвести до зниження довговічності двигуна та забруднення каталітичних систем, які використовують для зменшення викидів шкідливих речовин у сучасних дизелях.

Шляхом подолання вищеперерахованих недоліків може бути використання дизпалива з низьким вмістом сірки. Зниження вмісту сірки в паливі допоможе знизити ризик утворення сірчаних кислот та інших сульфатів.

Розрахунок. В репозиторії ВНАУ було представлено дипломний проект Гаврилюка О.С., що виконаний на кафедрі ДВЗ та АПР під керівництвом к.т.н., ас. Рябошапки В.Б. [5], в якому було проведено розрахунки та визначено, що при переобладнанні двигуна Д-240 із чотирьохтактного на шеститактний робочий цикл, відбудуться наступні зміни:

а) розрахункова потужність двигуна складає відповідно 60,2 та 84,7 кВт при номінальній швидкості обертання колінчастого вала $n = 2200$ об/хв.

б) розрахунковий крутний момент при номінальному режимі двигуна складає відповідно 261,1 та 365,6 Н·м.

в) розрахункова годинна витрата палива при номінальному режимі двигуна складає відповідно 14,3 та 5,59 кг/год

г) розрахункова питома витрата палива складає відповідно 227 та 120,7 г/кВт·год (Рис. 2).

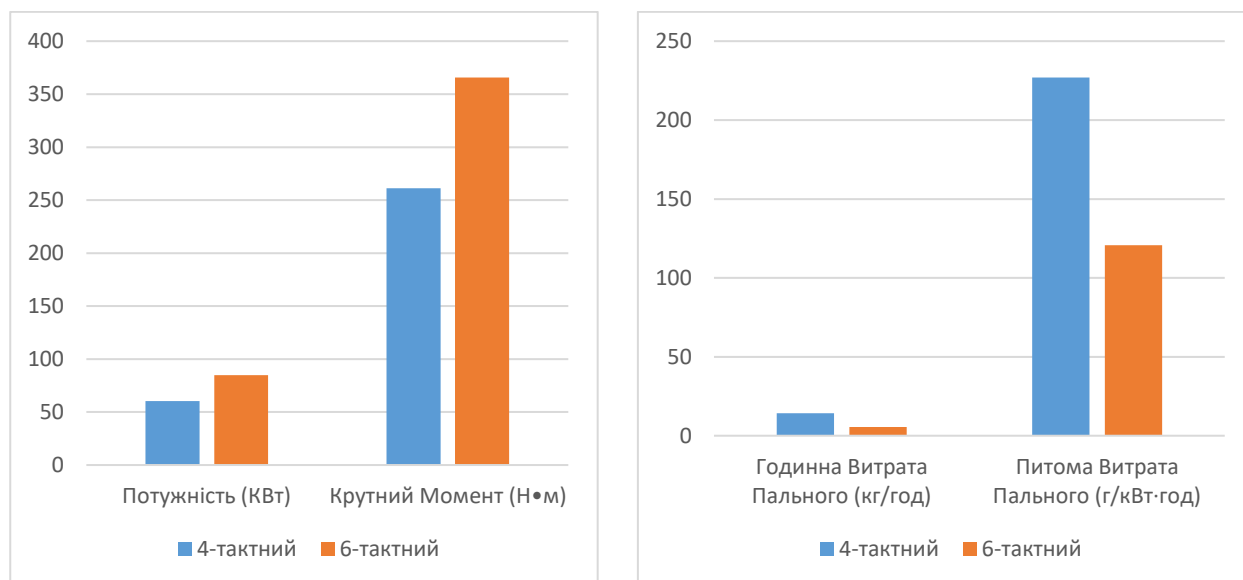


Рис. 2. Зміна потужності та крутного моменту, годинної та питомої витрати пального внаслідок переобладнання двигуна.

Висновок. Переведення двигунів внутрішнього згоряння на 6-тактний робочий цикл із упорскуванням води є перспективним напрямком розвитку сучасних ДВЗ. Такий підхід дозволяє підвищити потужність та крутний момент двигуна, зменшити витрати палива і скоротити викиди шкідливих речовин.

Попри деякі технічні виклики, як утворення сірчаної кислоти, ця технологія може знайти своє місце в різних галузях, особливо в транспорті та енергетиці. Однак, потрібно провести ще чимало досліджень, щоб удосконалити цю систему.

З огляду на глобальні тренди щодо зменшення впливу на довкілля, розвиток таких технологій може стати важливим кроком у створенні більш екологічно чистих та економічно ефективних двигунів.

Список використаної літератури

1. Паровий фантом Кроуера: 6-тактний двигун Кроуера. Веб-сайт URL: <https://www.techinsider./technologies/7664-parovoy-fantom-topлива-6-taktnyy-dvigatel-krouera/> (дата звернення 28.08.2024)

2. Чотиритактний двигун. Веб-сайт URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD (дата звернення 28.08.2024)

3. Шеститактний двигун. Веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD (дата звернення 28.08.2024)

4. Сульфатна кислота. Веб-сайт URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0 (дата звернення 28.08.2024)

5. Гаврилюк О. С. Модернізація двигуна з переведенням його на шеститактний цикл: дипломна робота. Вінниця, 2017 р. 90 с.

Владислава НАГОРЯНСЬКА³⁵,
студентка 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРОДИНАМІКИ У ГІДРОДИНАМІЧНОМУ ФІЛЬТРІ

Анотація: У статті розглянуто моделювання гідродинамічних процесів у гідродинамічному фільтрі. Представлено математичну модель, що описує рух рідини через фільтруючий елемент з урахуванням сил тертя, в'язкості та інерції. Проаналізовано вплив ключових параметрів на ефективність фільтрації. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації конструкції гідродинамічних фільтрів та підвищення їх продуктивності в промислових умовах.

Ключові слова: гідродинаміка, моделювання, математична модель, фільтрація, в'язкість, тертя, інерція, оптимізація.

Annotation: The article deals with the modeling of hydrodynamic processes in a hydrodynamic filter. A mathematical model is presented that describes the movement of fluid through the filter element with regard to friction, viscosity, and inertia. The influence of key parameters on the filtration efficiency is analyzed. The obtained results can be used to optimize the design of hydrodynamic filters and increase their performance in industrial conditions.

Key words: hydrodynamics, modeling, mathematical model, filtration, viscosity, friction, inertia, optimization.

Вступ. Питання очищення рідин, виділення із них домішок у сучасному сільськогосподарському виробництві є досить актуальним. У гідродинаміці рідина, для якої в'язкість залежить тільки від температури й тиску прийнято розглядати як нормальну або ньютоніву. Крива плинності ньютонівих рідин являє собою пряму лінію. Однак для ряду рідин залежність між напругою зрушення й градієнтом швидкості нелінійна.

³⁵Науковий керівник: Шаргородський С.А., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

Основною властивістю псевдо-пластичних рідини є нелінійна залежність ефективної в'язкості від швидкостей деформації, яка зменшується зі збільшенням останньої, тому цей ефект використовується в методах очищення таких середовищ. Це пов'язане з необхідністю знизити ефективну в'язкість псевдо-пластичних рідин для збільшення ефективності поділу й зниження експлуатаційних витрат на очищення.

Недоліком застосування гідроциклонів для очищення неньютонових рідин є необхідність організації плівкового плину в силу високої в'язкості середовища, що робить конструкції апаратів громіздкими й малопродуктивними. Крім того, використання гідроциклонів в одноступінчастій системі видалення твердих часток з рідини не гарантує одержання необхідної тонкості очищення.

Ці проблеми вирішують фільтруючі центрифуги. Основним недоліком фільтруючих центрифуг є складність повного видалення часток з пор фільтрувального матеріалу, тому що накопичений осад ущільнюється відцентровою силою, що приводить до забивання пор, різкому збільшенню перепаду тиску на фільтрувальному матеріалі й необхідності частої регенерації. Крім того центрифуги, що фільтрують, використовуються для поділу порівняно крупнодисперсних суспензій з розміром часток від 50 до 150 мкм, вимагають великого енергоспоживання, пов'язаного з необхідністю створення високої частоти обертання фільтрувальної порожнини. При очищенні від твердих часток із щільністю близької до щільності рідини відбувається нагромадження домішок у вирві в осі обертання, що приводить до необхідності створення додаткового механізму їх видалення [1].

Виклад основного матеріалу. Одним з основних способів очищення рідин від твердих часток є фільтрування, що полягає в пропусненні рідини, що очищається, через пористий матеріал. Відомо, що на поверхні фільтрувальної порожнини і в її пористій структурі згодом накопичуються забруднення, її пропускна здатність зменшується, росте гідравлічний опір фільтра. граничне значення гідравлічного опору обумовлює певну тривалість часу роботи фільтра, при досягненні якого необхідно регенерувати фільтрувальної порожнини. При фільтруванні дрібнодисперсних суспензій, крупність твердих часток яких становить менш 40 мкм, перегородка швидко забивається дрібними частками й втрачає здатність до регенерації звичайними методами. Найчастіше, для подальшої роботи фільтрувальної порожнини повинна бути замінена на нову. При цьому для забезпечення взаємозамінності потрібна установка в системі цілої серії агрегатів. Усе це приводить до виникнення додаткових проблем при контролі над ходом фільтрування на кожній з установок, росту капітальних і ремонтних витрат.

Отже, одним з перспективних напрямків в області розробки фільтрів очищення високов'язких рідин і псевдопластичних рідин від механічних домішок є комбінація фільтрування із силовим впливом на потік, що створюють додаткове поле масових сил, що дозволяє інтенсифікувати процес фільтрування й реалізувати самоочисну здатність фільтрувальної порожнини.

На відміну від традиційного фільтрування, коли потік спрямований перпендикулярно до фільтрувального матеріалу, при гідродинамічному фільтруванні, він спрямований уздовж поверхні фільтрувального матеріалу. У роботах [3, 4] відзначається, що чим більше відношення дотичного компонента

швидкості v_k рідини щодо фільтруючої поверхні до нормальної швидкості (швидкості фільтрування v_0), тим більше гідродинамічний ефект, що полягає в безперервному видаленні осаду й підвищенні тонкощі очищення в тому розумінні, що через гнізда фільтрувальної сітки не проходять частки з розміром, меншим, чому розміри самих гнізд.

Особливо перспективним використання гідродинамічних фільтрів із силовим впливом при очищенні високов'язких і реологічно складних середовищ, що проявляють псевдопластичні неньютоновські властивості. Комбінація фільтрування із силовим впливом створює додатковий градієнт швидкості рідини, що приводить до зниження ефективної в'язкості, а це у свою чергу, знижує облітерацію й енерговитратні на очищення [5].

Для моделювання плинину в гідродинамічному фільтрі конструктивна форма апарата спрощена до наступних складових (рис. 1): циліндроконічний корпус 1, фільтрувальної порожнини 2, патрубків 3, 4 та патрубків очищеної рідини 5.

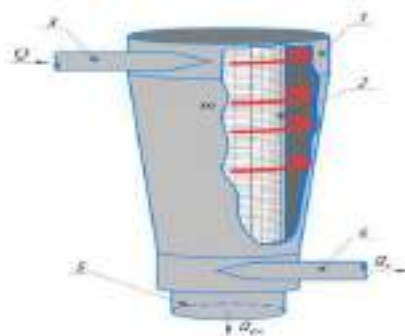


Рис. 1. Спрощена геометрія гідродинамічного фільтру

CFD моделювання гідродинамічного фільтру здійснене з використанням програмного модуля Ansys Workbench, у якості основної системи розрахунків обрана система гідродинамічного аналізу Ansys CFX. Система аналізу Ansys CFX у модулі Ansys Workbench складається з наступних блоків: блок створення геометрії моделі (Geometry); блок створення сітки моделі (Mesh); блок завдання фізики процесів, граничних умов і настроювання розрахунків моделі із вказівкою точності чисельного алгоритму (Setup); блок розв'язувача моделі (Solution) і блок візуалізації результатів розрахунків (Results).

В основі розроблювальної моделі покладена тривимірна модель, у якій аналіз плинину не ньютонівських багатофазних середовищ заснований на розв'язку системи диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса, рівнянь нерозривності.

Геометрична 3-D модель проточного об'єму гідродинамічного фільтра складена із трьох структурних об'ємів (рис. 2): область сепарації часток забруднень - кільцева робоча зона із вхідним патрубком і патрубком концентрату, обмежена стінкою корпусу та фільтрувальної порожнини; об'єм фільтрувальної порожнини – об'єм, займаний фільтрувальною порожниною; область очищеної рідини - циліндрична область, що перебуває усередині фільтрувальної порожнини. Геометрія й розмір об'ємних складових моделі фільтра задається за результатами інженерного розрахунку або на підставі прийнятих конструктивних розв'язків.

Геометрія розрахункової області містить наступні тіла складання: область сепарації часток забруднень; область фільтрувальної порожнини; область очищеної рідини.

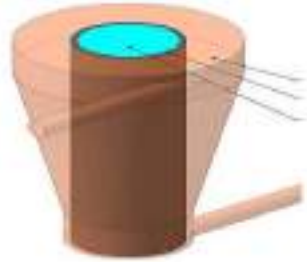


Рис. 2. Основні елементи структурного аналога гідродинамічного фільтра

Для розрахунків процесів гідродинаміки й сепарації часток в обчислювальній системі Ansys CFX проводилася дискретизація геометричної моделі. Для цього геометрія проточної області гідродинамічного фільтра, імпортована в Ansys Design Modeler блоку Geometry, що складається із трьох областей, розбивалася на кінцеву кількість тривимірних елементів тетраедричної і призматичної форми, необхідних для чисельного розв'язку диференціальних рівнянь у кожному контрольному об'ємі сіткової моделі. Розмір елементів сіткової моделі визначався на підставі досліджень, наведених в [135-138], і контролювався точністю обчислення за значеннями середньоквадратичних відхилень діапазоном від $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ [2].

Після генерації сітки в пакеті Ansys Meshing сіткова модель імпортувалася в обчислювальний пакет розрахункової системи Fluid Flow (CFX) для постановки умов обчислювального експерименту.

Основні етапи постановки обчислювального експерименту для CFD моделі включають:

- завдання стаціонарності процесу й виду плинину;
- завдання матеріалів рідини й твердих часток, і їх властивостей;
- завдання середовища проточного об'єму моделі;
- завдання типу розрахункової області (рідка й пориста області);
- визначення граничних умов;
- завдання динаміки обертової області розрахункової сітки.
- виявлення й ліквідація помилок сітки й уведення умов для запобігання помилок роботи розв'язувача системи Fluid Flow (CFX) і одержання неадекватних результатів.

У рамках зроблених допущень граничні умови визначалися в такий спосіб:

- на вході у фільтр: $v_{in}^n = 4Q / \pi d_{in}^2$; $a_f = 0.1$; $a_s = 0.9$;

де v_{in}^n - швидкість основного потоку на вході у фільтр, нормальна до поверхні;

- на виході концентрату забруднень: $v_k^n = 0.15v_{in}^n$;

де v_k^n - швидкість основного потоку на виході з фільтра, нормальна до поверхні;

- на виході очищеної рідини задавався тиск p_{out} ;
- на стінках фільтра й патрубках задавалася умова прилипання $U_w = 0$, де U_w - швидкість на стінці каналів;

- на стінках обертової пористої порожнини, непроникних для потоку, задавалася умова проковзування: $v_w^n = 0$; $\tau_w^n = 0$;

де v_w - швидкість на стінці, нормальна до поверхні; z_w - напруга зрушення на стінці.

- на обертовій пористій порожнині фільтру задавалася частота обертання, вісь обертання й напрямок обертання; об'ємна пористість, напрямок струму в пористому матеріалі й гідравлічний опір.

Моделювання проведене для гідродинамічного фільтру із геометричними розмірами, показаними на рис. 3. При наступних розмірах об'єкта:

- діаметр вхідного патрубку $d_{in} = 0,01$ м;
- діаметр вихідного патрубку концентрату $d_k = 0,01$ м;
- радіус фільтрувальної перегородки $R_f = 0,02$ м;
- радіус верхньої циліндричної частини $R_{max} = 0,09$ м;
- радіус нижньої циліндричної частини $R_{min} = 0,06$ м;
- висота верхньої циліндричної частини $l_{up} = 0,02$ м;
- висота нижньої циліндричної частини $l_{dn} = 0,02$ м;
- висота конічної частини $L = 0,10$ м;
- кут конусности $\beta = 10^\circ$.

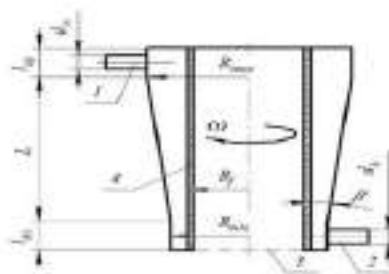


Рис. 3. Розрахункова модель гідродинамічного фільтру із конструктивними параметрами: 1- вхідний тангенціальний патрубок; 2 - вихідний тангенціальний патрубок концентрату; 3 - вихід очищеної рідини; 4 - вихід фільтрувальної порожнини

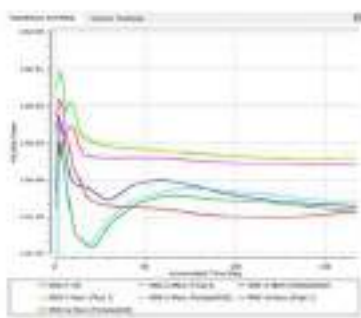


Рис. 4. Графіки збіжності результатів симуляції

Розв'язувач Solver системи аналізу Ansys CFX запускався паралельним процесом. У процесі розрахунків проводився контроль наступних параметрів (рис. 4):

- середньоквадратичні значення відхилень по невідомій змінній p - тиск;
- середньоквадратичні значення відхилень по невідомим змінним v , u , w -

компоненти швидкості рідини;

- середньоквадратичні значення відхилень по невідомим змінним v , u , w - компоненти швидкості твердих часток;

- середньоквадратичні значення відхилень по невідомим змінним - об'ємні часток фаз;

- середньоквадратичні значення відхилень по невідомим змінним k_f , ξ_f (для турбулентних режимів).

В обчислювальному експерименті варіювались режимні параметри гідродинамічного фільтра і характеристики дисперсної системи. Розв'язок кожної симуляції ухвалювався до розгляду як такий що збігається, якщо в останньому ітераційному кроці максимальні значення середньоквадратичних відхилень не перевищували діапазон від 10^{-4} до 10^{-3} , що відповідає точності розв'язку інженерних завдань [4].

У розрахунках обчислювального експерименту прийнято:

- пористість фільтрувальної порожнини $\varepsilon = 0,8$;

- діапазон робочих частот обертання фільтрувальної порожнини від 0 до 2000 об/хв;

- витрата рідини, що очищається, від 2 до 20 л/хв;

- витрата концентра забруднень становить 15% від витрати рідини, що очищається;

- характеристики псевдо пластичного дисперсійного середовища: модельна рідина

- щільність 900 кг/м^3 , індекс консистентності $0,152 \text{ Па}\cdot\text{с}^n$, ступінь прояву не ньютонівських властивостей n від 0,5 до 1; модельна рідина 2 - щільність 997 кг/м^3 , індекс консистентності $1,15 \text{ Па}\cdot\text{с}^n$, ступінь прояву не ньютонівських властивостей n від 0,5 до 1.

- характеристики твердої фази (частки): щільність 2500 кг/м^3 , діаметр часток від 15 до 200 мкм.

Аналізуючи отримані результати, можна виявити аналогію в плинах між гідродинамічним фільтром і гідроциклоном. Стосовно до гідродинамічного фільтру можна припустити, що аналогічний висновок буде слушний і до процесу сепарації часток у робочій зоні гідродинамічного фільтру відцентровим механізмом, що далі в даній роботі підтверджене розрахунками ефективності сепарації часток.

Режим роботи фільтра, при якому формується спіральний плин (Рисунок 5 а), характеризується стійкістю процесу, однак спостерігається у вузьких діапазонах критеріальних залежностей чисел Рейнольдса та при малій пропускній здатності фільтра.

У випадку наявності підкришкового вихору (Рисунок 5 б, в) обертання потоку прямує до фільтрувальної перегородки, тому частина часток не несеться в злив концентрату, а осаджується на фільтрувальної порожнини, і в самому апараті виникає застійна зона. Численні вихрові структури по довжині робочої зони (Рисунок 5 б, д) створюють труднощі у передбаченні поведінки часток і збільшують гідравлічний опір у каналі [1].

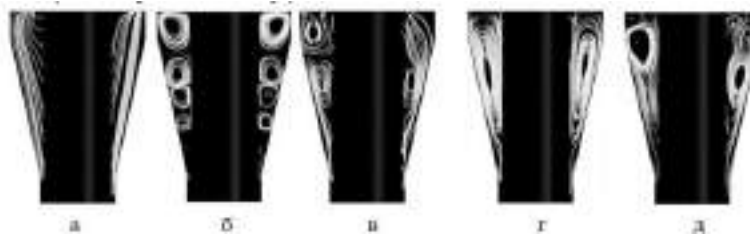


Рис. 5. Можливі варіанти потоків у робочому каналі гідродинамічного фільтра:
а - спіральний плин; б - вихри Тейлора; в - перехідний режим (підкришковий
циліндричний вихор і формування циркуляційного плину); г - замкнений кільцевий вихор;
д - складна багатовихрова течія.

Доброю нагодою, опираючись на дослідження стійкого плину в гідроциклонах, є існування переважно циркуляційного плину (Рисунок 5г). У цьому випадку частки, відкинуті під дією відцентрових сил до периферії, будуть підхоплені спадним потоком циркуляційного плину й виведені через патрубок концентрату. Установлено, що аналогічна структура виникає при числах Рейнольдса в діапазоні для Re_{in} від 40 до 420 і для Re_{ϕ} від 120 до 400. Знайдені діапазони є границею стійкого плину у гідродинамічному фільтрі для досліджених середовищ.

У результаті проведених розрахунків отримано розподіл по радіусу r тангенціальної складової швидкості в зоні тангенціального підведення (Рисунок 6, 7) для режимів з картиною плину у вигляді спадного циркуляційного вихору.

При $m > 1$ у міру руху потоку до вихідного патрубку вплив тангенціального закручення зменшується й визначальним виявляється плин, обумовлений обертанням фільтрувальної порожнини. Крива профілю швидкості при $1 < m < 7$ убуває від максимального значення на обертівій фільтрувальній порожнини її колової швидкості, що відповідає, обертання, до мінімального значення на стінці корпусу в середині конічної частини фільтра.

При $m > 7$ тангенціальне закручення потоку ще впливає на формування структури потоку в розглянутій області, у результаті чого максимум кривої тангенціальної швидкості зміщається до нерухої стінки корпусу. Дане явище пояснюється тим, що при русі потоку по кільцевому каналу через наявність в'язкості потенційний вихор трансформується у вільно-змушений вихор.

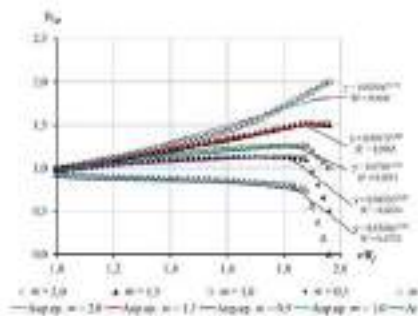


Рис. 6. Радіальний розподіл тангенціальної швидкості в кільцевій області фільтра в зоні вхідного патрубку при $Re_{\phi} = 480$ ($v^{\phi} = 7,1$ м/с) і апроксимуючі функції

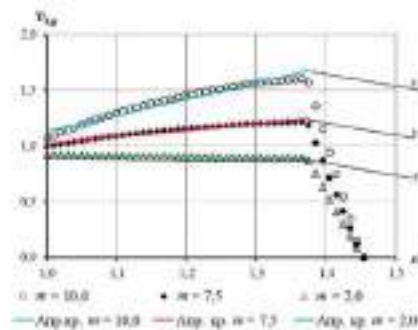


Рис. 7. Радіальний розподіл тангенціальної швидкості в кільцевій області фільтра в середині конусної частини при $Re_{\phi} = 120$ ($v^{\phi} = 1,2$ м/с) і апроксимуючі функції

Таким чином, можна здійснювати добір режимних параметрів, що забезпечують у вхідній зоні фільтра розподіл тангенціального компонента швидкості по радіусу згідно із законом окружних швидкостей і, отже, потенційний стійкий плин [5].

Висновок: Обчислювальним експериментом підтверджено, що визначальними параметрами процесу сепарації часток будуть швидкості потоку у вхідній зоні. На практиці, для формування стійкого плину, обумовленого профілем тангенціальної швидкості, співвідношення між середньою швидкістю на вході у фільтр і окружною швидкістю обертання фільтрувальної перегородки забезпечується режимними параметрами - витратою рідини, що очищається, і частотою обертання фільтрувальної порожнини.

Список використаних джерел

1. Хванг К.Ж., Хсіх Й.Т., Ванг В.Т. Перехресна мікрофільтрація тонкодисперсних частинок, суспендованих у водному розчині полімеру. *Наука і технологія розділення*: посібник. №8(41). 2006. С. 1551-1563 (дата звернення 07.08.2024).

2. Хомаєгохар С. Індукована розчинником міжволоконна адгезія та її вплив на механічні та фільтраційні властивості поліетерсульфонових електропрядених нановолоконних мікрофільтраційних мембран. *Технологія розділення та очищення*: посібник. Вип. 98. 2012. С. 456-463 (дата звернення 15.08.2024).

3. Іванов М.І., Руткевич В.С Колісник О.М., Лісовий І.О. Дослідження впливу параметрів блочно-порційного сепаратора на діапазон регулювання швидкості робочих органів. *ІНМАТЕХ - Сільськогосподарське машинобудування*: науковий журнал. Вип. 57(1)2019. С. 37–44 (дата звернення 11.09.2024).

4. Іванов М.І., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів. *Промислова гідравліка і пневматика: науковий журнал*. №1(39). 2013. С. 91–96 (дата звернення 20.09.2024).

5. Серєда Л.П., В.С. Руткевич, М.В. Дослідження математичної моделі гідроприводу сегментно-пальцевої косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*: науковий журнал. №1(100). 2018 С. 111–123 (дата звернення 01.10.2024).

Павло НАВАЖАНЮК³⁶,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕВАГ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

***Анотація.** Для зменшення втрат зерна та підвищення ефективності використання комбайнів при збиранні соняшнику існує потреба у застосуванні ГІС-технології, а саме оснащення комбайнів датчиками контролю основних показників процесу збирання та GPS-пристроями. Це пояснюється тим, що при довжині 400-500 мм, зрізані насінневі головки частково не потрапляють до розділювача-напрямяча, а при довжині 700-800 мм збільшуються втрати насіння через незрізані насінневі головки, оскільки із збільшенням довжини, розділювач-напрямяч нахилив частину стебел вперед і не обрізав їх. Аналізуючи дослідження робочого процесу адаптованого зернозбирального комбайна "Домінатор-130", оснащеного GPS-приймачем та датчиком-індикатором рівня зерна при збиранні соняшнику, визначено оптимальні параметри його жатки, які відповідають агротехнічним вимогам до збирання соняшнику.*

***Ключові слова:** ГІС, GPS-приймач, датчик зерна, збирання соняшнику, комбайн, жатка, адаптація, направляюч-розподільник.*

***Annotation.** GIS technology is used to reduce grain loss and increase the efficiency of the harvester when harvesting sunflowers, including equipping the harvester with GPS devices and monitoring sensors. This is explained by the fact that at a length of 400 to 500 mm, the cut basket does not fall partially into the dividing guide, and at a length of 700 to 800 mm, the rate of grain loss due to uncut baskets increases, because as the length increases, the dividing guide tilts part of the stems forward and does not cut them. Analyzing the work process of the adaptive combine harvester "Dominator-130", equipped with a GPS receiver and a grain level indicator sensor during sunflower harvesting, the optimal parameters of the harvester that meet the agrotechnical requirements of sunflower harvesting were determined.*

***Keywords:** GIS, GPS receiver, grain sensor, sunflower harvesting, combine, header, adaption, guide-divider.*

***Вступ.** У сучасному сільському господарстві для збирання соняшнику в більшості використовуються зернозбиральні комбайни які обладнані спеціальною жаткою або адаптованою зерновою жаткою. Соняшник в Україні вирощується як друга культура після зернових на відносно невеликих площах фермерських господарств. Тому економічно доцільно використовувати*

³⁶Науковий керівник – Луц П.М. к.т.н., старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

зернозбиральний комбайн який обладнаний жаткою для збирання соняшнику в цих умовах.

Одним з важливих і вирішальних показників при збиранні соняшнику є збирання врожаю в короткі терміни і з мінімальними втратами. Для цього при збиранні соняшнику важливо впроваджувати ГІС-технології. Для застосування ГІС-технологій необхідно широко використовувати комбайни, обладнані GPS-пристроями та датчиками контролю.

За допомогою ГІС-технологій визначається ефективність роботи зернозбиральних комбайнів. Розроблено метод динамічного оцінювання продуктивності сільськогосподарських машин, які обладнані пристроями DGPS [1].

Розроблено та техніко-економічно обґрунтовано використання недорогих GPS-приймачів вимірювання швидкості руху наземних транспортних засобів для підвищення коефіцієнту автоматизації та використання сільськогосподарського транспортного засобу на основі недорогого GPS приймача [2].

Виклад основного матеріалу. Обґрунтування технічних засобів для збирання соняшнику з урахуванням місцевих умов є актуальним напрямком досліджень. У зв'язку з цим були проаналізовані дослідження розроблених адаптерів та пристосувань зернових жаток для збирання соняшнику [3, 4] та запропоновано рішення зернової жатки (рис.1).

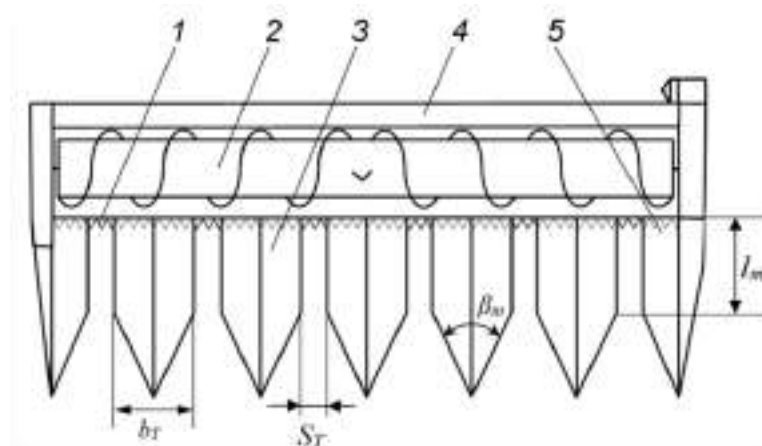


Рис. 1. Адаптована зернова жатка для збирання соняшнику.

1-сегмент - пальцевий ріжучий апарат; 2-шнек; 3-направляючі розділювачі; 4-задня сторона жатки; 5- бічний направляючий подільник.

Адаптована жатка складається з різального апарату, шнека жатки, мотовила та направлених розділювачами, які встановлені поверх різального апарату сегментно-пальцевого типу.

В процесі збирання соняшнику для зняття даних про ефективність роботи в режимі реального часу у комбайні Dominator-130 використовувався GPS-приймач Teltonika FMB920 (рис. 2) з датчиком рівня зерна Escort DB-2.



Рис. 2. Зовнішній вигляд адаптованого зернозбирального комбайна, обладнаного GPS-приймачем та датчиком зерна.

В процесі збирання насіння зрізані насінневі головки, які направляються апаратами, повинні потрапляти на роздільник-напрямяч (рис.1). Для цього важливо правильно визначити довжину і ширину діляника. Якщо направляюча буде довгою, це може вплинути на маневреність комбайна. Якщо направляюча перегородка коротка, зрізані насінневі головки падатимуть вперед до ріжучого апарату і на землю (особливо при вигнутих стеблах в напрямку руху комбайна) перед перегородкою. Крім того, якщо зазор між діляниками занадто широкий, то насінневі головки з діаметром, меншим за зазор, можуть вийти з захвату, а якщо ширина менша, то стебла, які сильно відхиляються від лінії посіву, можуть не попасти і зазор буде прогинатися під жаткою після W_{ii} , що призведе до підвищених втрат зерна. Тому дуже важливо визначити оптимальні діляник параметри роздільника та направляючої.

Для визначення параметрів та оптимальних значень довжини

направляючої дільника було проведено пошукові експериментальні дослідження. При яких визначали втрати насіння в залежності від довжини напрямної-розподільника (рис.3) [5, 6].

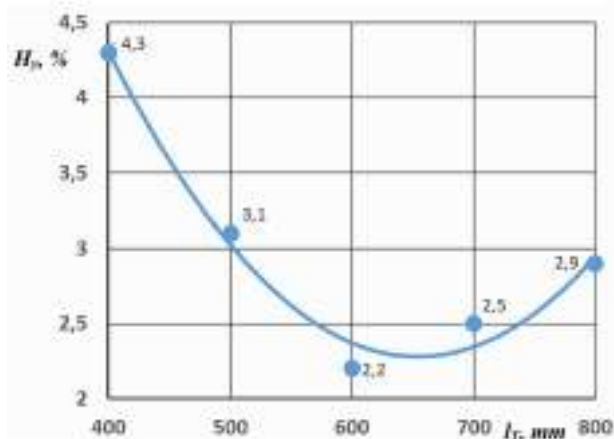


Рис. 3. Вплив довжини роздільників-напрямних (l_T) на втрати насіння соняшнику (H_y) за жаткою.

Як видно з графіку (рис. 3), при збільшенні довжини напрямних дільника з 400 мм до 600 мм втрати насіння змінювалися в бік зменшення з 4,3% до 2,2%. Далі, зі збільшенням довжини напрямних дільника (700 мм), втрати насіння зростали з 2,5% до 2,9% (800 мм). Це пояснюється тим, що при довжині 400-500 мм зрізані насінневі головки частково не потрапляли на дільник-направляч, а при довжині 700-800 мм втрати насіння збільшувалися за рахунок незрізаних кошиків, оскільки при збільшенні довжини, дільник-направляч нахилив частину стебел вперед і не зрізав їх.

Ширина направляючої дільника повинна бути меншою за мінімальну відстань між крайніми точками стебел соняшника в міжрядді і більшою або рівною відстані між пальцями ріжучого апарату. Враховуючи, що відстань між пальцями становить 7,6 см, при ширині міжрядь 70 см, ширина роздільника повинна бути більшою або дорівнювати 62,4 см і меншою за відхилення рослин від центральної лінії рядка. Тому для визначення оптимальної ширини напрямної секції були проведені експериментальні дослідження, а саме визначено вплив зазору між секціями (ширини секції) на втрати насіння соняшнику за жаткою (рис.4).

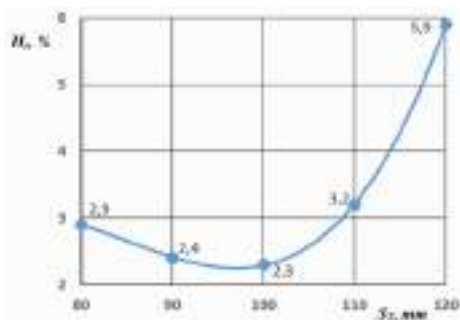


Рис. 4. Вплив зазору між роздільниками (S_T) на втрати насіння соняшнику (H_y) за жаткою.

Згідно з графіком (рис. 4), при зазорі 80 мм втрати насіння становили 2,9%, при зазорі 100 мм - 2,3%, далі зі збільшенням зазору (120 мм) втрати насіння зросли з 3,2% до 5,9% (140 мм).

Це можна пояснити тим, що при зазорі 80 мм частина стебел, які сильно відхиляються від лінії посіву, згинаються під жаткою, а при зазорі 120 -140 мм в зазор потрапляють зрізані насінневі головки з малим діаметром [7].

Далі були проведені дослідження по визначенню ефективності роботи комбайна з направляючими-розподільниками в режимі реального часу з використанням GPS-приймача Teltonika FMB920 та датчика рівня зерна Escort DB-2. Результати цього експерименту наведені в таблиці 1 [8].

Таблиця 1

Вплив на показники якості роботи та зміни робочої швидкості комбайна Домінатор-130

Показники якості роботи		Швидкість руху комбайна, м/с			
		0.6	0.9	1.2	1.5
Продуктивність, га/год		0.83	1.13	1.47	1.82
Втрати, %	У жатці комбайна	0.36	0.40	0.47	0.84
	У зернозбиральному комбайні	0.50	0.68	0.92	1.64

За даними GPS-приймача, коли швидкість руху комбайна становила 0,6 м/с, його продуктивність в основний час становила 0,83 га/год. Зі збільшенням швидкості комбайна до 0,9, 1,2 та 1,5 м/с продуктивність комбайна становила 1,13, 1,47 та 1,82 га/год відповідно. Втрати насіння також зростали зі збільшенням швидкості комбайна. У цій ситуації, коли швидкість комбайна зростала, втрати насіння були значними в жатці комбайна і становили 0,36, 0,40, 0,47 і 0,84%. У молотарці зернозбирального комбайна втрати насіння у вільному стані дорівнювали 0,50, 0,86, 0,92 і 1,64% відповідно до швидкостей. Відомо, що робоча швидкість зернозбирального комбайна не повинна перевищувати 1,2 м/с, що було визнано оптимальною.

Висновки. Аналізуючи дослідження робочого процесу зернозбирального комбайна Dominator 130, оснащеного GPS-приймачем і датчиком рівня зерна, при збиранні соняшнику, визначено оптимальні параметри направляючих-розподільників, які мають наступні значення: довжина направляючої перегородки (IT) - 0,6 м, зазор між направляючими перегородками (ST) - 0,1 м. При таких параметрах комбайн, оснащений GPS-приймачем, датчиком рівня зерна і адаптованою жаткою для збирання соняшнику, відповідає агротехнічним вимогам до збирання соняшнику і має найменші втрати врожаю.

Список використаних джерел

1. T. Coen, A. Vanrenterghem, W. Saeys, J. De Baerdemaeker, *Computers and Electronics in Agriculture*. 2008. №63.
2. ГІС-технології в сільському господарстві та їх переваги. *EOS Data Analytics*: веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/his-tekhnohii-v-silskomu-hospodarstvi/#vykorystannia> (дата звернення 05.09.2024)

3. Руденко С. М., Бойченко І. В. Використання недорогих GPS-приймачів для автоматизації роботи сільськогосподарських транспортних засобів. *Наукові праці Інституту агротехніки*. 2019. №7. С. 32–38.
4. Коваленко О. О., Сидоренко Л. М. Вдосконалення технічних засобів для збирання соняшнику: ефективність та мінімізація втрат. *Механізація та автоматизація в сільському господарстві*. 2022. №4. С. 28–34.
5. K. Hayashi, *Journal of Japanese Society of Agriculture and Biological Engineering*. 2014. №6.
6. K. Astanakulov, O. Ochildiyev, *European science review*. 2018. №1.
7. Петров І. А., Головченко М. В. Аналіз адаптованих зернових жаток для збирання соняшнику в фермерських господарствах. *Агрономічний журнал*. 2021. №12. С. 60–65.
8. Y. Cao, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019.

Микола НЕЗБУТНІЙ³⁷,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТРАНСМІСІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ

***Анотація.** У статті розглядається важливість проведення технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки, зокрема трансмісії. Впровадження передових технологій і спеціального обладнання, таких як універсальні стенди, значно підвищує ефективність ремонтних робіт, зменшуючи час простою техніки і витрати палива.*

***Ключові слова:** технічне обслуговування, ремонт сільськогосподарської техніки, трансмісія, універсальний стенд, ефективність, механізація.*

***Annotation.** The article considers the importance of maintenance and repair of agricultural machinery, in particular transmissions. The introduction of advanced technologies and special equipment, such as universal stands, significantly increases the efficiency of repair work, reducing equipment downtime and fuel consumption.*

***Keywords:** maintenance, repair of agricultural machinery, transmission, universal stand, efficiency, mechanization.*

***Вступ.** Сільське господарство вважається однією з основних галузей*

³⁷Науковий керівник – Паладійчук Ю.Б. к.т.н, доцент кафедри агроінженерії і технічного сервісу.

економіки у більшості країн, включаючи Україну. Для досягнення більшої ефективності та продуктивності у цьому секторі важливо використовувати передову техніку [1-3].

Для подальшого розвитку сільського господарства важливо здійснювати послідовну інтенсифікацію, що ґрунтується на широкому впровадженні досягнень науково-технічного прогресу [1]. Впровадження комплексної механізації й автоматизації виробництва передбачає створення високопродуктивних і досконалих систем машин, які враховують особливості різних галузей сільського господарства. [1,2].

Розширення обсягів відновлення вузлів і агрегатів на спеціалізованих підприємствах створює умови для широкого використання агрегатного методу ремонту в майстернях фермерських і колективних господарств [2,3]. Крім того, важливим напрямком є вдосконалення централізованого відновлення зношених деталей, що дозволяє щорічно повертати до використання деталі на мільйони гривень.

Підвищення концентрації ремонтних підприємств та поглиблення їх спеціалізації сприяли значному покращенню якості ремонтних робіт [2,3]. Завдяки цьому ресурс відремонтованих тракторів досягає до 80% ресурсу нових машин. Досягнення таких показників можливе завдяки постійному вдосконаленню організації та технології ремонтного процесу, правильному плануванню роботи майстерень, досконалий технічній документації, а також забезпеченню майстерень сучасним обладнанням, інструментами та матеріалами. Впровадження передового досвіду в цій сфері також є важливою умовою успіху.

Техніка, яка простоє або знаходиться у незадовільному стані, може спричинити значні втрати у виробничому процесі, особливо під час сезонних робіт. Для уникнення таких проблем важливо впроваджувати комплекс попереджувальних заходів, спрямованих на підвищення надійності машин [2]. Застосування таких заходів допомагає збільшити міжремонтний інтервал, знизити час простоїв через несправності, а також зменшити витрати палива, що веде до суттєвих економічних переваг. Високі вимоги до ефективності цих процесів ставляться перед обслуговуючими і ремонтними службами.

Ремонтні підприємства агропромислового комплексу мають свою специфіку, що відрізняє їх від машинобудівних заводів [2,3]. Однією з особливостей є характер взаємовідносин з аграрними підприємствами, що вимагає розробки спеціальних методів і форм організації ремонтних робіт.

На сучасному етапі розвитку ремонтної бази в аграрному секторі важливими напрямками є: розвиток кооперації між ремонтними підприємствами, активне впровадження агрегатного методу ремонту, підвищення рівня механізації ремонтного виробництва та використання сучасних технологій, інструментів і обладнання для ремонту [1-3].

Однією з ключових складових технічного обслуговування та ремонту є відновлення трансмісій сільськогосподарської техніки. Ефективність функціонування техніки безпосередньо впливає на продуктивність

господарської діяльності [1-3]. Тому для планування робочих постів, що займаються відновленням трансмісій, необхідний комплексний підхід, який враховує технічні характеристики обладнання, рівень кваліфікації персоналу та оптимізацію технологічних процесів [3].

Виклад основного матеріалу. Механічна ступінчаста трансмісія передає крутний момент від двигуна до ведучих коліс трактора за допомогою шестерень та муфт [3]. Її перевагами є простота та надійність конструкції, високий коефіцієнт корисної дії та невелика вартість.

Однак недоліком механічної трансмісії є обмежена можливість оптимального використання потужності двигуна, що може призвести до зниження продуктивності та збільшення витрат палива.

Якщо до складу трансмісії додаються механізми з шестернями та гідравлічні пристрої, вона отримує назву гідрооб'ємної механічної трансмісії, що характерна для тракторів [3,4]. Ця система передач, автоматично та безступінчасто змінюючи швидкість та силу тяги, дозволяє забезпечувати постійну роботу двигуна в оптимальному режимі (рис. 1).

Схеми трансмісій колісних (а, б, в) та гусеничних (г, д) тракторів

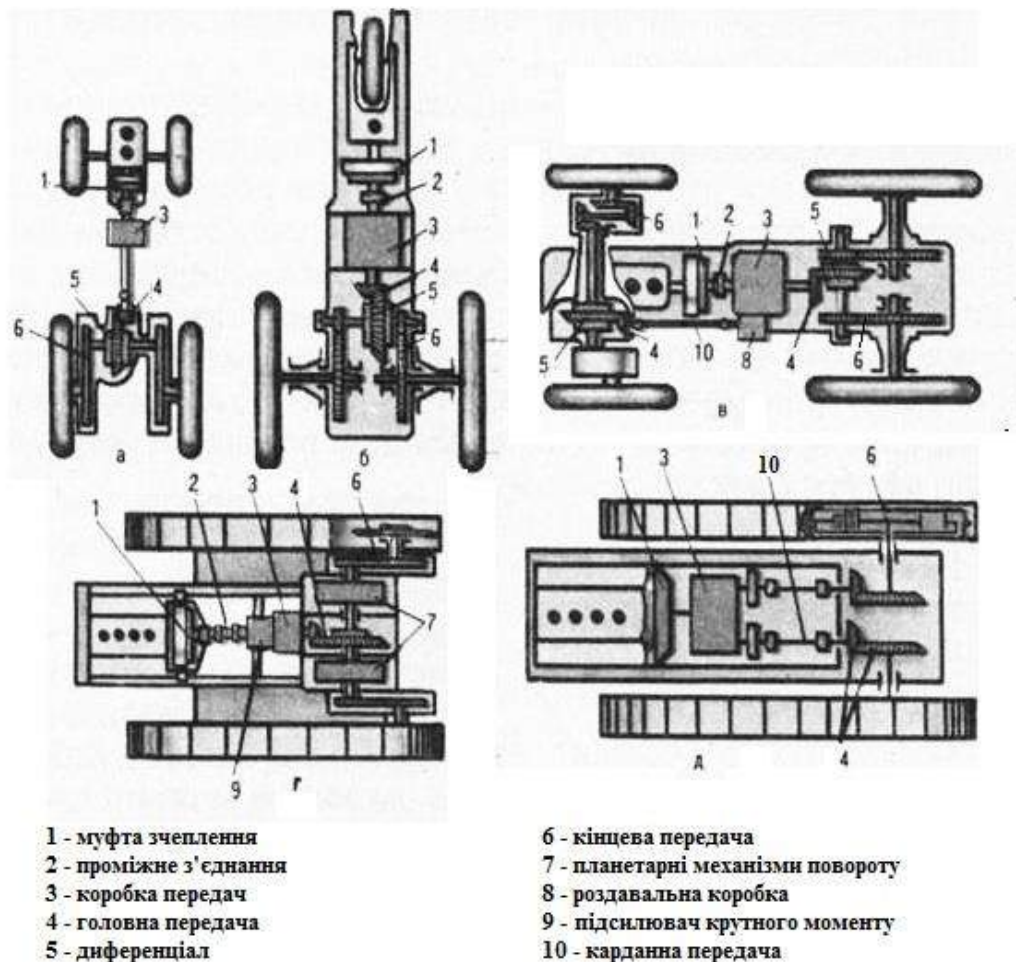


Рис. 1. Схеми трансмісій тракторів.

Муфта зчеплення відокремлює двигун від коробки передач швидко, щоб дозволити переключення передач, і поступово з'єднує їх, захищаючи від поломок під час різкої зміни навантаження [4].

Коробка передач відключає двигун від трансмісії, змінює швидкість і тягове зусилля трактора, навіть при постійній частоті обертання двигуна, і надає задній хід.

Проміжне з'єднання і карданна передача призначені для передачі обертання між валами трансмісії, коли їхні позиції можуть бути різними через деформацію рами або нерівності дороги [4]. Вони використовуються в певних моделях тракторів.

Головна передача зменшує швидкість обертання і збільшує крутний момент, передаючи обертання під кутом до осі колінчастого вала двигуна.

Диференціал розподіляє обертання і крутний момент між правим і лівим колесами трактора, дозволяючи їм обертатися з різною швидкістю при поворотах або на неоднаковій дорозі [4,5].

Кінцева передача зменшує швидкість обертання і збільшує крутний момент перед тим, як потужність передається на колеса.

Планетарні механізми повороту керма дозволяють трактору повертатися і передають крутний момент від головної до кінцевої передач.

Роздавальна коробка передач передає обертання і крутний момент на передні колеса трактора.

Підсилювач крутного моменту полегшує рух трактора з місця, змінюючи швидкість і тягове зусилля без переключення передач [4,5].

При розбиранні і збиранні двигунів, коробок передач, мостів їх доводиться постійно повертати. Виконання цих операцій з важкими вузлами на верстаку не тільки незручне, але й небезпечне. Всі проблеми вирішуються при використанні спеціальних стендів [5].

Вітчизняними та зарубіжними виробниками пропонується ряд стендів-кантувачів для полегшення ремонту двигунів та трансмісій вантажних та легкових автомобілів, але ціна їх є досить великою, завдяки чому придбання даного обладнання не завжди є доцільним [5]. Крім того всі представлені на ринку моделі стендів є стаціонарного типу, що також викликає деякі незручності та додаткові питання щодо розташування в майстерні.

Враховуючи вищесказане можна дійти висновку, що розробка нового обладнання для ремонту трансмісій вантажних автомобілів з акцентуванням уваги на зменшення витрат на його придбання (виробництво) та покращення експлуатаційних якостей є досить важливим питанням [5,6].

Розроблений стенд (рис. 2) при обладнанні його додатковим обладнанням може використовуватись при розбиранні, збиранні і регулюванні двигунів, коробок передач і задніх мостів автомобілів [5,6]. Його можна переміщувати по майстерні, а це дозволяє більш раціонально використовувати виробничі площі.

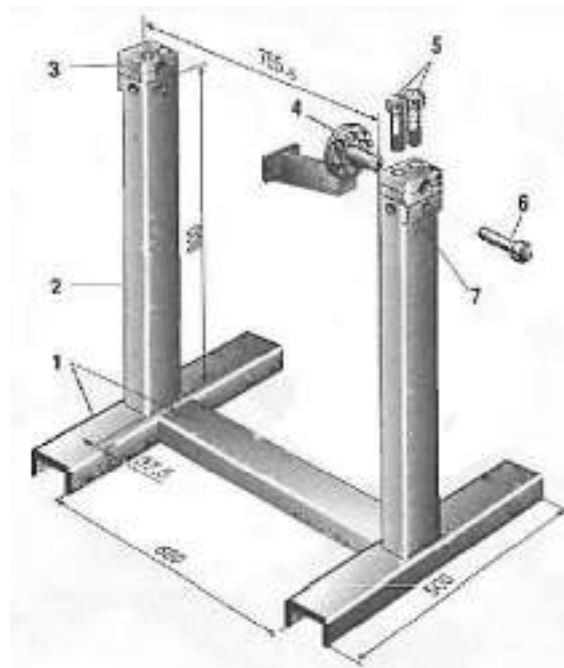


Рис. 2. Універсальний стенд для розбирання-збирання трансмісії: 1 – Основа; 2 – Стійка (2 шт.); 3 – Підшипник (2 шт.); 4 – Опора; 5 – Болт (4 шт.); 6 – Палець-фіксатор (2 шт.); 7 – Накладка (2 шт.)

При встановленні на стенд елементів трансмісії використовується опори 4 або спеціальні траверси.

Коробки передач кріпляться на траверсах, які встановлюють на стенд. Для кріплення мостів використовують спеціальні деталі.

Універсальна траверса для кріплення коробки передач складається з самої траверси та поворотного столу (рис. 3).

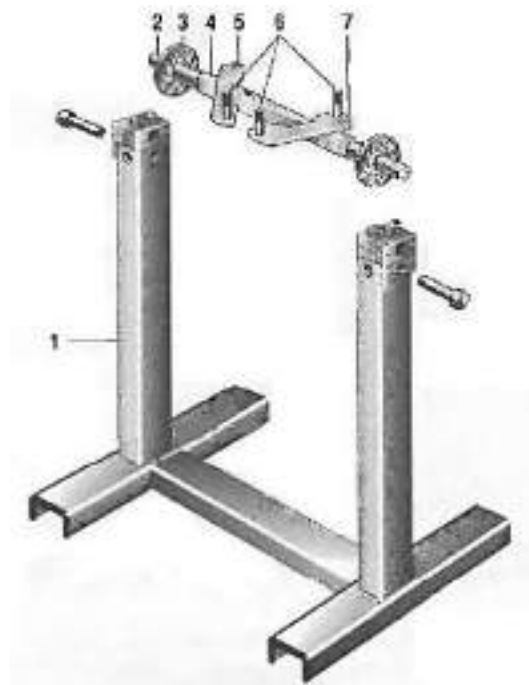


Рис. 3. Траверса для коробки передач: 1 – Універсальний стенд; 2 – Цапфи; 3 – Диск; 4 – Траверса; 5 – Ліва пластина; 6 – Болт (3 шт.); 7 – Права пластина; 8 – Гайка шпильки коробки передач; 9 – Гайка болта (6 шт.)

Коробку передач можна встановити на поворотний стіл (рис.4), закріпити притискачами 3 з гвинтами 4 і далі поворотний стіл з коробкою передач встановити і закріпити гвинтам 6 на траверсі [6].

При ремонті задніх мостів основна задача полягає у заміні підшипників півосей і підшипників редуктора, заміні шестерень та регулюванням натягу підшипників і зачеплення шестерень.

Заміну підшипників, зубчастої пари, підбір регульовальних і стопорних кілець значно зручніше, коли міст закріплено на стенді (рис. 2).

Кріплення на стенді нероз'ємного мосту зображене на рис. 5. Біля підшипників 3 знімаються кришки і замість них болтами 5 кріпляться основи 4. До основ 4 болтами 5 кріпляться затискачі 3 [6].

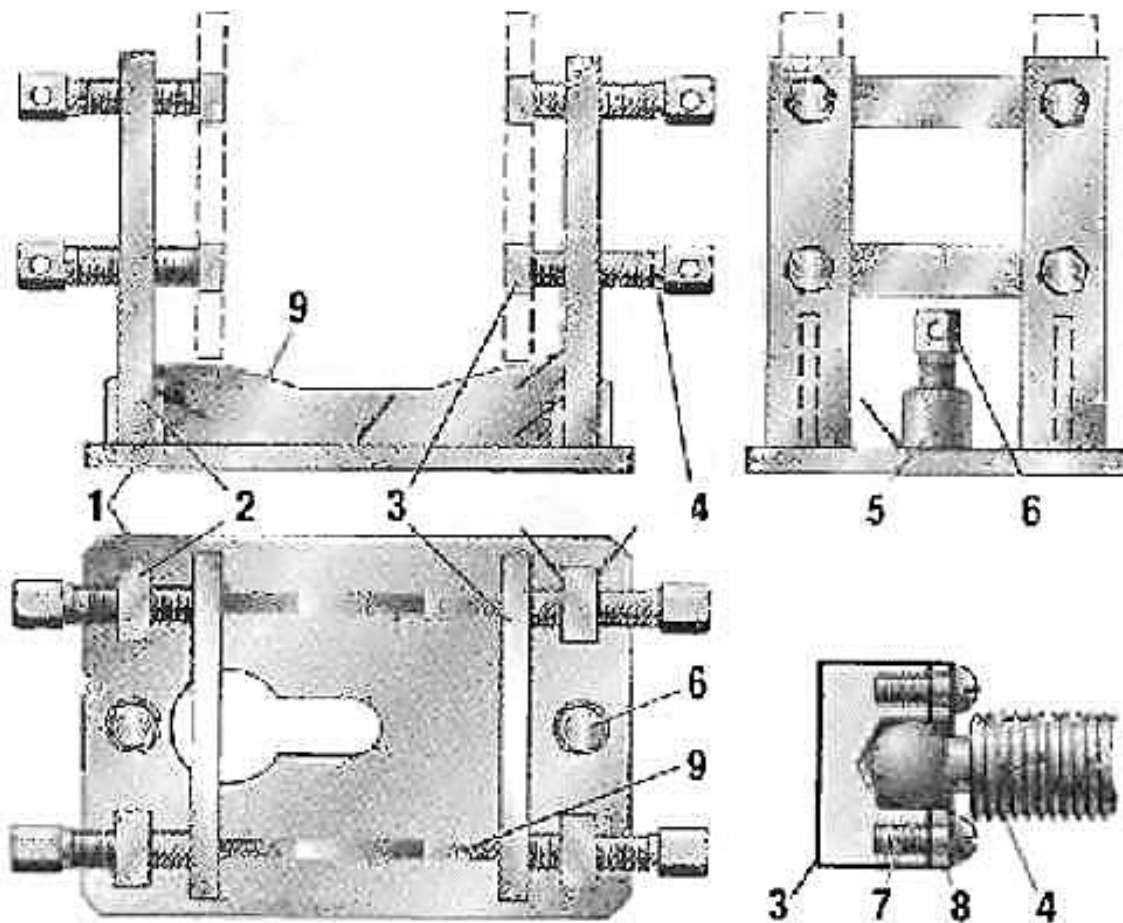


Рис. 4. Поворотний стіл: 1 – Опора; 2 – Стійка (4 шт.); 3 – Притискач (4 шт.); 4, 6 – Гвинти (8 шт. і 2 шт.); 5 – Гайка стопорна (2 шт.); 7 – Гвинт М4-8 (16 шт.); 8 – Пластина (8 шт.); 9 – Ребро (2 шт.).

В два затискачі 3 при знятих кришках встановлюється міст і закріплюється за допомогою кришок затискачів і болтів 6.

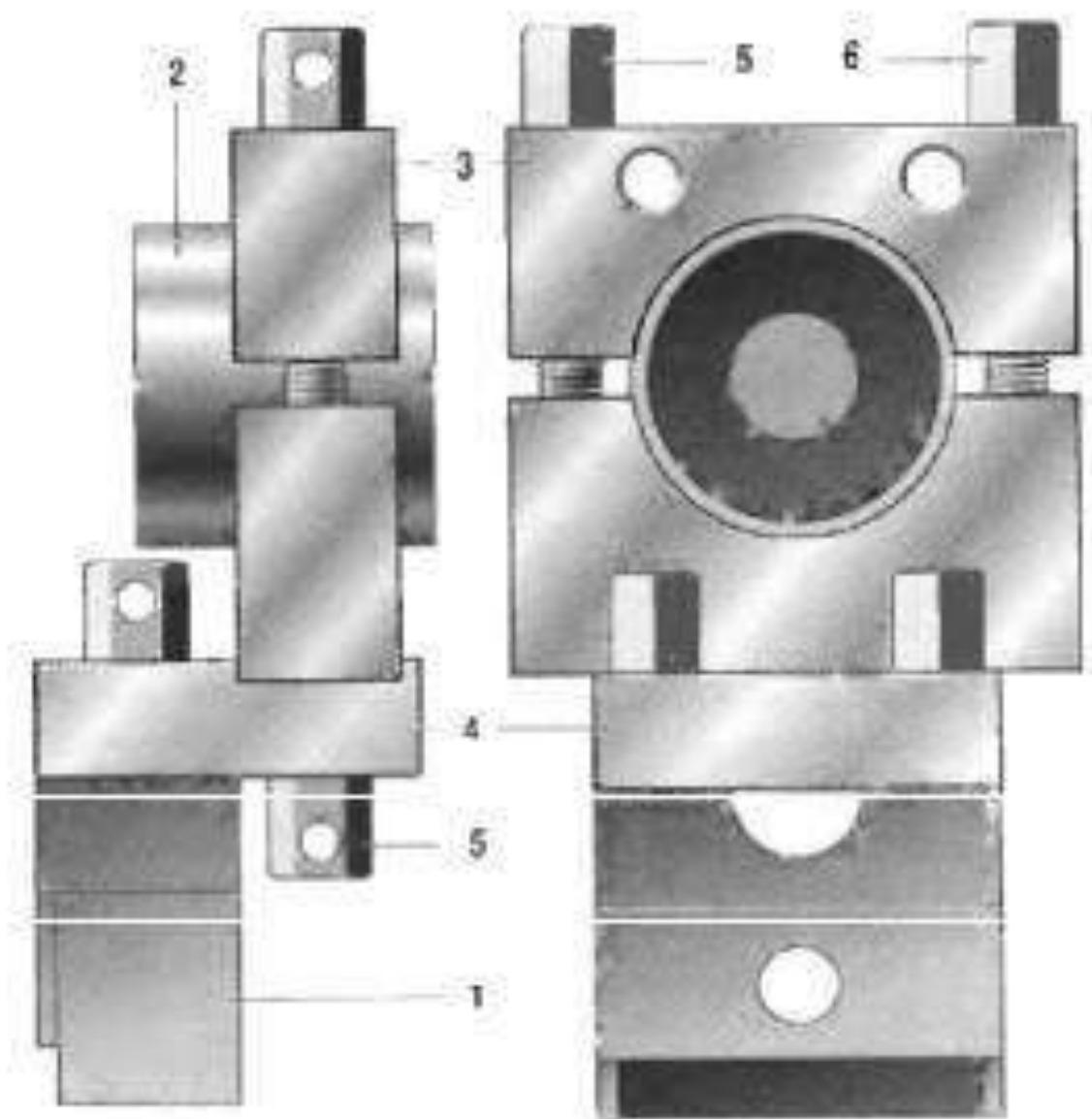


Рис. 5. Допоміжна оснастка до стенду для ремонту ведучих мостів: 1 – Стенд; 2 – Міст; 3 – Затискач; 4 – Основа; 5, 6 – болти (8 шт.).

На стенді міст можна повернути в будь-яке положення. Крім того в звичайному положенні мосту при ослабленні болтів кришок підшипників диференціалу змінюється боковий зазор після затягування болтів, що значно ускладнює регулювання [4-6]. При роботі ж на стенді диференціал встановлюється не збоку, а зверху і боковий зазор в зачепленні при затягуванні болтів кришок підшипників не змінюється.

При ремонті коробок передач і редукторів виникають труднощі, пов'язані з тим, що картери вузлів – чавунні і сполучені між собою за допомогою сталюого листа товщиною бмм. Завдяки цьому вузол має досить велику вагу, що ускладнює роботу з ним [4-6]. Ремонт вузла значно полегшується при закріпленні його на траверсі (рис. 6). Отвори в траверсі 7 дозволяють кріпити

вузол як показано на рисунку або з поворотом на 90°.

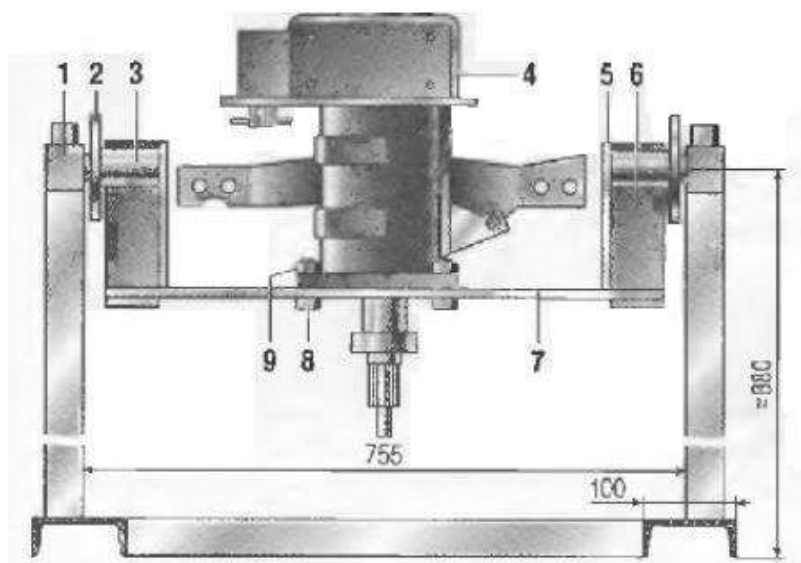


Рис. 6. Пристосування для ремонту коробок передач і редукторів: 1 – Універсальний стенд; 2 – Диск; 3 – Цапфа; 4 – Коробка передач; 5, 6 – Листи; 7 – Траверса; 8 – Болт; 9 – Гайка.

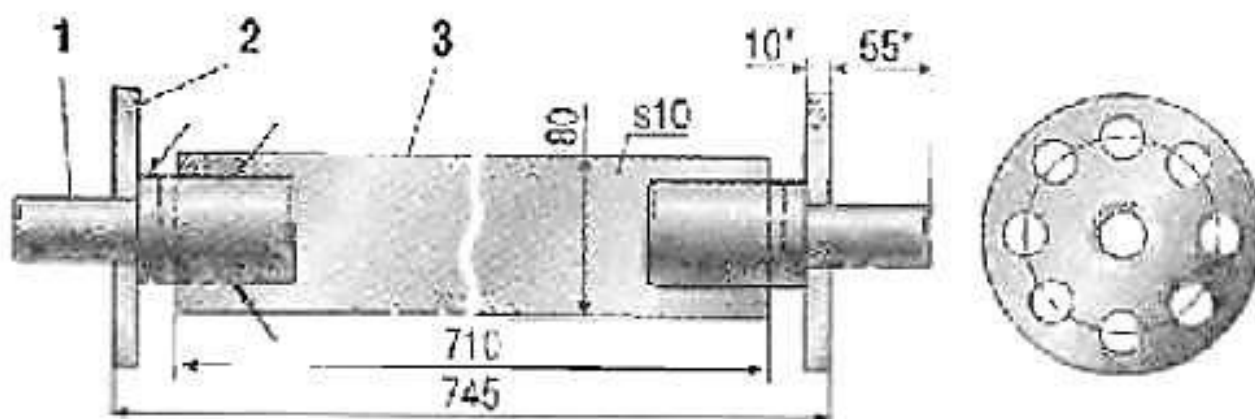


Рис. 7. Траверса з цапфами та дисками: 1 – Цапфа; 2 – Диск; 3 – Пластина 10×80×710 мм.

Висновки. Ефективність сільськогосподарської техніки безпосередньо залежить від стану її компонентів, включаючи карданні вали. Своєчасна діагностика та обслуговування, такі як очищення, перевірка та змащування, а також технічне відновлення зношених деталей є критично важливими для підтримання безперервної роботи техніки.

Удосконалення технологій відновлення, зокрема методів наплавлення і напилення, дозволяє значно підвищити ефективність та надійність відновлених деталей. Технології, такі як електродугове, газополуменеве та плазмове наплавлення, демонструють свою ефективність у відновленні колінчастих валів, проте кожен метод має свої переваги та обмеження. Потреба в удосконаленні та адаптації технологій до конкретних умов і вимог виробництва є актуальною для

забезпечення високих стандартів якості та економічної ефективності ремонтних процесів.

Список використаної літератури

1. Основні технологічні процеси відновлення деталей. веб-сайт. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/11/other/4_1_.pdf (дата звернення 15.09.2024)
2. Ремонт сільськогосподарської техніки в Україні: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizacijni-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 15.09.2024).
3. Організаційні форми використання сільськогосподарської техніки: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/organizacijni-formi-vikoristannya-silskogospodarskoyi-tehniki> (дата звернення 15.09.2024).
4. Скрипник В. І. Розробка, виробництво, конструктивні особливості нової сільськогосподарської техніки: навчальний посібник. Київ: Літера ЛТД. 2019. 257с.
5. Автоматизація технологічних процесів миття, розбирання та збирання агрегатів: веб-сайт. URL: https://atpicak.ucoz.ua/load/navchalnij_posibnik/rozdil_8_avtomatizacija_remontu_s_g_tekhniki/8_1_avtomatizacija_tekhnologichnih_procesiv_mittja_rozbirannja_ta_zbirannja_agregativ/27-1-0-44 (дата звернення 15.09.2024).
6. Ремонт та відновлення деталей трансмісії і ходової частини: веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/7709007/page:27/> (дата звернення 15.09.2024).

Bohdan PERKHAILO³⁸,

2nd year student,
Faculty of Engineering and Technology,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

PROSPECTS FOR THE USE OF UNMANNED VEHICLES FOR FERTILIZATION

***Annotation:** The article explores the relevance of the use of drones in agriculture, in particular for fertilization. The advantages and disadvantages of drones compared to traditional methods are analyzed. Technological aspects, impact on process efficiency, reduction of resource consumption, and improvement of yields are considered. The article also emphasizes the environmental and economic aspects of UAVs and the prospects for their development in the modern agricultural sector.*

***Key words:** UAV, GPS monitoring, precision farming, autopilot, satellite navigation, fertilizer, GIS, self-propelled sprayer.*

³⁸Науковий керівник – Труханська О.О., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

Анотація: Стаття досліджує актуальність застосування безпілотників у сільському господарстві, зокрема для внесення добрив. Проаналізовано переваги й недоліки дронів порівняно з традиційними методами. Розглянуто технологічні аспекти, вплив на ефективність процесів, зменшення витрат ресурсів та покращення врожайності. Також підкреслено екологічні й економічні аспекти впровадження БПЛА та перспективи їх розвитку в сучасному агросекторі.

Ключові слова: БПЛА, GPS-моніторинг, точне землеробство, автопілот супутникова навігація, добриво, ГІС, самохідний обприскувач.

Introduction. Today, agricultural production is a powerful sector of Ukraine's economy. However, both small farmers and large companies face problems related to the inefficient use of machine and tractor equipment and various attempts by operators of these machines to make money “on the side.” Their actions increase the cost of production to a certain extent and worsen the company's competitive status with other producers.

The modern agricultural sector is increasingly interested in using innovative technologies to optimize production processes and increase agricultural productivity. One of these technologies is unmanned aerial vehicles (UAVs), which are actively used for fertilization. The use of drones in agricultural production allows for precise fertilization over large areas with a minimum amount of resources involved. Such actions can help increase yields, reduce negative environmental impacts, and most importantly, increase the profitability of agricultural activities[1].

This article discusses the characteristics of UAVs for agricultural purposes, their technical capabilities, and the potential for improving precision agriculture.

Presentation of the main material. The production of new models of agricultural implements, motorized tillers, self-propelled harvesters, and sprayers, combined with the development of agricultural machinery, has led to the proliferation of various technical and electronic devices that can help automate production in agriculture. However, the first prototypes of complex and expensive electronic devices could not work in the field. The main problems were poor performance in high humidity, high dynamic loads, and unskilled operation and maintenance. Over time, more reliable electronic devices have appeared on the market that take up very little space and are protected from moisture and dust, and do not require frequent maintenance and repair. At the same time, these devices are easy to use and facilitate a wide range of applications in the agricultural sector. This has become possible due to the development of special samples of microprocessor, photoelectric, electromagnetic, piezoelectric, electromechanical and many other sensors, sensors, electronics and devices designed for use in difficult agricultural conditions[3].

Today, liquid and solid fertilizers are used all over the world as plant fertilizers to increase the yield and quality of crops. Today, no farmer or agricultural holding can do without applying such substances. Mineral fertilizers account for about 50% of the total harvest. Providing plants with nutrients guarantees stable growth and

development throughout the growing season. Fertilizers not only increase yields, but also improve crop quality, increase plant resistance to various diseases, promote rapid growth and development, and increase the efficiency of water use by plants. Since the final result of a farm's operations depends on timely and correct fertilization, the choice of a fertilizer application machine is a very important issue.

It is estimated that more than 220 million tons of mineral fertilizers and 122 million tons of organic fertilizers are applied globally each year. The global average annual fertilizer application rate is 100 kg/ha for mineral fertilizers and 50 kg/ha for organic fertilizers, or about 1%. In Ukraine, 25 kg of mineral fertilizers and 15 kg of organic fertilizers are applied per hectare of arable land per year.

Existing mechanical systems for the preparation and application of mineral and organic fertilizers have significant drawbacks, including the lack of connection with specific areas of the field in terms of trophic levels and uneven application.

Therefore, it is promising to use computer technology in fertilizer preparation and application machines. This new machine must meet the following requirements: The machine must meet the following requirements: Apply different amounts of fertilizer directly and evenly into the soil at a certain depth, adjusted by the computer according to the needs of the plants in a particular area of the field.

The development of precision farming systems is now accelerating. The most famous systems are: AGROCOM from CLASS, integrated PLOT/PLAN complex from RDS, devices from AGKO, AMAZONE, Fieldstar Software[4].

Global positioning systems (GPS) and geographic information systems (GIS) are used to support precision farming systems. The MTA cab is equipped with a receiver of GNSS signals from satellites, which are transmitted to the onboard computer. GIS allows computers to process information in a stationary environment. Technically, this is automated thanks to special measuring systems installed on the agricultural machinery in operation.

When performing operations with self-propelled machinery and tractors and using precision farming systems (PFS), they must be equipped with:

1. global positioning system (GPS), which will allow to clearly determine the location of the machine-tractor at any given time;
2. computers on board the machine that are connected to the GIS.

Such machines are equipped with an automatic system for changing the rate depending on their coordinates during operation. In the case of precision farming systems, all processes are carried out on the basis of application maps.

One of the first methods of fertilization that is becoming increasingly important in Ukraine is the application of liquid and solid mineral fertilizers to frozen soil.

However, such early fertilization of semi-frozen soil (fertilization is carried out in the temperature range from -5°C to $+15^{\circ}\text{C}$) prevents all spreaders and sprayers from entering the field. The self-propelled spreader “Vodoley” and the self-propelled sprayer “Vodoley” for spreading liquid mineral fertilizers (Fig. 1) are suitable for both autumn and foliar fertilization.



Fig. 1 Self-propelled mineral fertilizer spreader “Vodoliy”

These machines are equipped with computers to control the quality of work. However, the main advantage of these simple and reliable machines is that they are equipped with ultra-low pressure tires, so they can be easily moved even on very wet ground or during snowmelt.

These machines can be used on stairs without damaging crops with a stem height of up to 0.5 m. The low-pressure tires do not leave tread marks, provide a fertile soil layer and prevent mechanical damage to the soil, which reduces the need for additional tillage operations. The weight of the spreader is from 2000 kg to 2200 kg, the tank capacity is from 1000 liters to 1500 liters, the engine power is from 45 hp to 65 hp, and the working width is from 18 m to 24 m. The Vodoley mineral fertilizer spreader can be equipped with any mineral fertilizer spreader up to 1000 kg.

The main components of the machine are the frame and chassis, engine, gearbox, chassis, steering mechanism, cab, braking system and electrical equipment. The chassis is mounted on the frame, forming a single welded structure. The chassis is fitted with a cab, wheel suspension shock absorbers, lighting and alarm systems. The machine is equipped with a four-stroke four-cylinder turbocharged diesel engine from the Japanese manufacturer Kubota with a volume of 1.5 and 2.4 liters. The cab is spacious, with good visibility and can be equipped with air conditioning according to customer requirements [3,4].

With the increasing technological efficiency and accuracy of agricultural operations in Ukraine, the agricultural services market has begun to grow and develop. The proven effectiveness of precision sowing, the use of GPS signals, and various applications of pesticides and fertilizers makes it economically viable to implement them by contacting companies with a modern fleet of equipment.

Currently, drones for plant protection products are an exciting technology that is not fully understood by our farmers. The use of UAVs (Fig. 2) for fertilization is

considered a fairly fast method of field processing. Every year, pilots around the world have to cover large areas of terrain, and this process consumes a lot of fuel. The use of drones in agriculture does not have such a burden and saves money. The performance of this equipment is generally suitable for large farms[6].



Fig. 2 UAVs for applying plant protection products and fertilizers

Drones are equipped with GPS. In addition, they can have many other sensors and additional functions. UAVs reduce the influence of the human factor on the work of a farm. Decisions based on this technology and remote sensing of land plots are objective and do not depend on the mood of agricultural specialists.

Advantages of using drones on your own farm:

1. the main function for all farmers is remote monitoring and control - UAVs significantly increase the efficiency of field workers, save time and improve overall performance. Thanks to UAVs, no problem is left unattended at an early stage;

2. measurement work: UAVs provide accurate information about contour lines, terrain, and all kinds of data about unused land. This can be used for proper planning and budgeting;

3. the next advantage of drones in agriculture is precision agriculture - using drones in combination with multispectral sensors, you can determine the need for nitrogen and other useful products, carefully study the quality of work and plan future yields;

4. the use of UAVs for fertilization reduces the need for ground-based units, especially in the later stages of plant development. This eliminates the need for equipment that increases surface runoff. On 1/3 of the fields with this problem, the main cause of soil erosion is the presence of ruts[5].

While there are significant advantages to using drones for fertilizer application, there are also disadvantages that limit its effectiveness:

- high cost: the purchase, maintenance, and software of drones require significant investment and may not be economically viable for small farmers;

- limited cargo capacity: drones are limited in the amount of fertilizer they can carry in one flight, which makes it difficult to work on large fields and requires frequent refueling;

- dependence on climate and weather: wind, rain and other unfavorable conditions can significantly reduce the efficiency of drones or make them completely unusable;

- technical problems: malfunctioning or incorrect operation of control and navigation systems can lead to loss of time and resources, as well as damage to equipment;

- the need for specialized personnel: the effective use of drones requires skills and knowledge of drone management, which, in turn, requires additional training and hiring of specialists;

Conclusions. Unmanned fertilizer application systems have become an integral part of modern agriculture, helping to increase the efficiency and accuracy of agricultural operations. The use of unmanned systems optimizes the fertilization process, ensuring uniform coverage of the field and minimizing resource consumption. Thanks to unmanned vehicles that can accurately determine the needs of plants and operate in difficult conditions, farmers can increase yields and reduce the negative impact on the environment. In the future, the development of unmanned technologies in the agricultural sector will improve precision farming methods, which will further increase resource efficiency and environmental friendliness.

References

1. Kravchuk V.I., Voitiuk D.H. Machines for chemical plant protection: manual. UkrNDIPVT named after L. Pogorelov. 2010. 184 p. (call date 28.08.2024).

2. Kravchuk V.I. Machines and equipment for preparation and application of fertilizers: manual. UkrNDIPVT named after L. Pogorelov. 2011. 152 p. (call date 28.08.2024).

3. Voinovskyi V.V., Kuianov V.V., Myropolskyi O.M. Equipment for the application of solid and liquid mineral fertilizers in various ways. *Techniques and technologies of the agro-industrial complex*: scientific and production journal. №3(120). 2021. P.18-22 (call date 30.08.2024).

4. Directions of development of machines for preparation and application of fertilizers. *Agricultural machinery*: electronic manual. URL: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/2/2.htm#%D1%94215> (call date 31.08.2024).

5. UAV herbicide application: website. URL: <https://roboticagrosystems.com/vnesennya-dobriv/> (call date 05.09.2024).

6. Kholodiuk O.V. Global navigation satellite systems and their role in precision farming technologies. *Technique, energy, transport of the agro-industrial complex*: scientific journal. Vinnytsia. 2020. № 2 (109). P. 71-87 (call date 25.08.2024).

7. Perkhailo B.P. The use of navigation systems in agriculture. *Agricultural sciences*: collection of student research papers. 2024. № 2(14). P. 302-308 (call date 31.08.2024).

Владислав ПЛЯШКО^{39*},
студент 1 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА РОБОЧОГО ОРГАНУ СІВАЛКИ ДЛЯ ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ПО NO-TILL ТЕХНОЛОГІЇ

***Анотація.** Проблема ресурсозбереження є визначальною для ефективного функціонування сільськогосподарського виробництва. Реалізація ресурсозберігаючої технології передбачає широке коло таких питань, як збереження та підвищення родючості ґрунту, ефективне використання капіталовкладень у технічне переоснащення виробництва, витрати на ПММ та запасні частини до техніки, добрива та засоби захисту рослин. Для посіву по високій стерні запропоновано оригінальний робочий орган анкерного типу з диском, для прорізання ґрунту. За результатами досліджень встановлено його раціональні параметри.*

***Ключові слова:** сошник, диск, стерня, коток, робочий орган, секція.*

***Annotation.** The problem of resource conservation is decisive for the effective functioning of agricultural production. The implementation of resource-saving technology involves a wide range of issues such as preservation and improvement of soil fertility, effective use of capital investments in technical re-equipment of production, costs for PMM and spare parts for equipment, fertilizers and plant protection products, the most complete use - use of the working time fund taking into account the regulated labor regimes. For sowing on tall stubble, an original anchor-type working body with a disk is proposed for cutting through the soil. Based on the results of research, its rational parameters have been established.*

***Key words:** coultter, disc, stubble, roller, working body, section.*

Вступ. З переходом на ґрунтозахисну систему обробітку ґрунту ріллю було захищено від вітрової ерозії, проте зниження родючості ґрунту зупинити не вдалося. Спостерігається інтенсивний розвиток бур'янів та хвороб культурних рослин. Залишається помітна нерівномірність витрат праці та енергії, а головне суттєва залежність від кліматичних умов [2].

В умовах посушливого землеробства потенціал урожайності визначається вологозабезпеченістю, при низькій врожайності культур та обмеженому фінансовому стані підприємств на перший план висувається проблема ресурсозбереження.

Завданням технології в нашому випадку є підвищення ефективності землеробства регіонів в умовах обмеженого вологозабезпечення та підвищеної

¹⁴Науковий керівник – Бабин І.А., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

ерозійної небезпеки, зниження енергоємності процесів, зменшення хімічного навантаження на поле та скорочення витрат на ресурсне забезпечення польових операцій за рахунок розробки системи технологічних заходів щодо стабілізації ґрунтів. Це можливо шляхом застосування бінарних посівів бобових і культур зі стрижневою кореневою системою, що чергуються з зерновими культурами, переважно біологічних методів захисту рослин з використанням механічних методів боротьби з бур'яном, раціональних прийомів збереження та використання вологи зимових та літніх опадів, енергоефективних способів обробітку ґрунту та посіву універсальними комплексами машин зі змінними робочими органами, а також збільшення робочих періодів технологічних комплексів за рахунок підбору культур.

Поставлене завдання вирішується тим, що при вирощуванні сільськогосподарських культур застосовується прямий посів анкерними або дисковими робочими органами, при збиранні врожаю методом очісування формуються висока стерня, мульчування поверхні поля подрібненою соломною, проводиться осінній та передпосівний обробіток поля при чергуванні культур зі стрижневою та мичкуватою кореневою системами. Для реалізації комплексної біологічної системи відновлення родючості полів здійснюють плодозміну злакових та широколистих культур, чергування культур холодного та теплого періодів, здатних збагачувати ґрунт азотом та перерозподіляти фосфор, калій, магній та інші мікроелементи з глибинних шарів у орний шар.

Для накопичення рослинної маси використовують покривні посіви сидеральних біологічно активних культур на полях з ранніми термінами збирання.

Для розуцільнення твердих ґрунтів через застосування агрегатів на колісному ходу виконують розпушування орного шару під культури зі стрижневою кореневою системою чизелем або глибокорозпушувачем. При цьому роботу здійснюють тільки технологічними агрегатами з допустимим впливом ущільнювачів на ґрунт.

При обробці парового поля для закладення органічних та мінеральних добрив, накопиченої органіки та фосфору у верхніх шарах поля при прямому посіві у багатопільних сівозмінах можуть виконувати відвальне оранку, необхідну і для боротьби з патогенною флорою.

Проводять комплекс заходів щодо накопичення, заощадження та раціонального використання вологи зимових та літніх опадів: накопичення снігу, формування стерневих фонів після осіннього обробітку полів із сидеральними культурами. Навесні здійснюють закриття вологи, а після збирання проводять поверхневий обробіток для консервації залишкової вологи та створення умов для проростання бур'янів та накопичення вологи осінніх опадів.

При посіві здійснюють глибоке (до 10 см) закладення насіння змінними робочими органами з утворенням розширеної у верхній частині борозни канавки, що сприяє в період появи сходів конденсації вологи з повітря холодним ґрунтом; після появи сходів проводять боронування поля для запобігання випаровуванню

вологи з нижніх шарів орного шару.

Виклад основного матеріалу. Однією з основних технологічних операцій, які мають істотний вплив на врожайність культур, є посів та технологія його реалізації. На сьогоднішній момент відомі такі основні способи посіву зернових культур [2]:

- рядовий, з міжряддям 15...30 см залежно від виду культури та умов її вирощування;
- вузькорядний - насіння укладається в рядки з міжряддям 7 ... 8 см;
- перехресний, що передбачає посів насіння в рядках, розташованих перпендикулярно або під кутом один до одного, для раціонального використання площі живлення;
- стрічковий - різновид рядкового методу. Посів здійснюється у зближені рядки (стрічки) з широким міжряддям;
- розкидний - спосіб розміщення насіння в хаотичному порядку;
- смуговий – чергування засіяних та незасіяних смуг зернових культур.

Посів насіння у смуги при цьому проводиться розкидним способом.

Залежно від агрофону, яким здійснюється закладення насіння в ґрунт, розрізняють:

- посів за попередньо обробленим ґрунтом;
- прямий посів по стерні.

Для реалізації зазначених способів посіву застосовуються сівалки з різними робочими органами, які в залежності від конструкції сошників поділяються на дві великі групи: наральникові та дискові.

Посівні машини з дисковими сошниками призначені для реалізації переважно рядкового, вузькорядного, перехресного та смугового способів посіву сільськогосподарських культур.

Конструктивно дискові сошники можуть бути одно- або дводисковими, залежно від форми – плоскими, сферичними, конічними або вирізними (рисунок 1).

У дискових сошників у посівних машинах зазначені такі недоліки [3]: нерівномірна глибина загортання насіння, однією з причин якого є їх викидання його разом з ґрунтом при контакті з дисками, що обертаються; відсутність ущільненого насінневого ложа, необхідного для забезпечення постійного капілярного надходження вологи; вдавлювання при посіві під впливом диска рослинних залишків, що знаходяться на поверхні поля, у борозенку, що утворюється, в якій накопичуються фітопатогени, що провокують захворювання культурних рослин [3].

Не рекомендується використання сівалок з дисковими сошниками в умовах дефіциту вологи через надмірне розпушування ґрунту та його висушення.

Широке поширення при реалізації розкидного та смугового способів набули лапові сошники (рис. 2а). Вони мають гарну стійкість ходу, створюють щільне ложе для насіння. Застосування лапових сошників дозволяє більш

рівномірно розподіляти насіння по поверхні поля та раціонально використовувати площу живлення, а також здійснювати прямий посів.



а



б



в



г

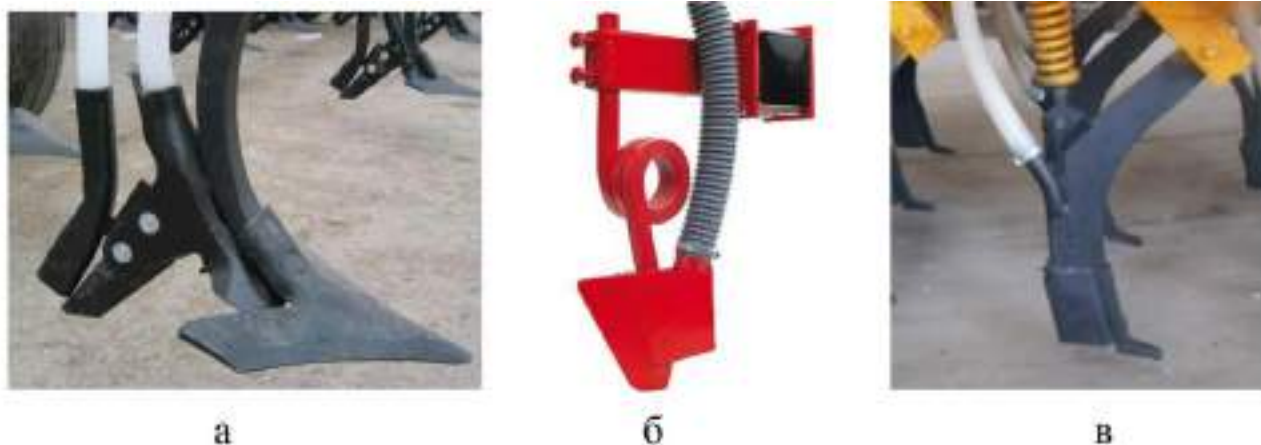
а – плоский; б - сферичний; в – дводисковий; г – вирізний

Рис. 1. Види форм дискових сошників

Незважаючи на різноманітність існуючих конструкцій лапових сошників сівалок, вони мають низку загальних недоліків: великий опір, що виникає при взаємодії робочих органів із ґрунтом що призводить до високих витрат споживаної енергії. Опір лапових сошників у 1,2...2,90 разів більше порівняно з дисковими сошниками та в 1,2...1,6 разів – порівняно з анкерними; винесення зволоженого шару ґрунту на поверхню при посіві та втрата вологи, що неприпустимо при її дефіциті [3].

При посіві у попередньо оброблений ґрунт на невелику глибину застосовують кілеподібні сошники (рис. 2б), що забезпечують закладення насіння на задану глибину відповідно до агротехнічних вимог. Однак їх використання на погано оброблених агрофонах, важких ґрунтах та на велику глибину призводить до незадовільних якісних показників та великих витрат енергії [3].

Все більшого поширення набувають сівалки з анкерними сошниками (рис. 2в). Їх відмінними перевагами є висока стійкість ходу навіть на важких ґрунтах, можливість висіву на велику глибину за відносно невеликих витрат енергії. При використанні анкерних сошників відбувається мінімальне розпушування ґрунту, що є важливим при дефіциті вологи.



а – лаповий; б – кілеподібний; в – анкерний
Рис. 2. Види наральникових сошників

Аналіз роботи сошників показав, що в умовах дефіциту вологи найбільш доцільним є застосування анкерних робочих органів.

В умовах з невисокою врожайністю культур, що виробляються, конкурентне землеробство можливе на основі ресурсозберігаючих технологій і вологозберігаючої техніки. Зменшити витрати праці та енергії, накопичити та раціонально використовувати вологу дозволяє тривале накопичення незернової частини врожаю на поверхні поля.

Це можливо формуванням агрофонів з високою стернею та забезпеченням захисту рослин від бур'янів та хвороб, раціональною сівозміною та обмеженими хімічними обробками.

Аналіз результатів досліджень та досвіду збирання зернових культур методом очісування дозволяє зробити висновок про перспективність цього варіанту для умов землеробства з обмеженим зволоженням. Ця технологія знаходить застосування в Англії, США, Канаді та інших країнах, у тому числі Україні. Висока стерня дозволяє накопичити більшу кількість снігу і за рахунок цього підвищити запас продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, створити сприятливі умови для вегетації культур, що обробляються. При цьому на полі зберігається незернова частина врожаю, підвищується родючість ґрунту, формується мульчуючий шар[4].

Висока стерня захищає поверхню поля від вітру, що висушує, а рослинні залишки на поверхні знижують випаровування вологи.

Можливі два варіанти збирального процесу. Один – це суцільне очісування, інший – чергування збирання комбайнами безпосередньо з подрібненням та розкиданням соломи по полю. Висока стерня після очісування захищає подрібнену солому від видування та утримує на поверхні поля. У міжстерньовому просторі сніг, що випав, накопичується з більшою щільністю, від швидкості вітру і висоти стерні.

Враховуючи порівняно високу вартість жниварок очісуючого типу, перевагу більшість господарств віддають комбінованому варіанту збирання.

Однак різна швидкість їх руху створює певні складнощі для їхньої синхронної роботи. Слід враховувати і рівень втрат, особливо при очісуванні

пересохлого та тендітного хлібостою. Наприклад, для отримання високої якості зерна твердої пшениці її забирають при вологості зерна 13-14%, але висока крихкість стебла у колоса призводить до значних втрат врожаю.

Технологічний процес формування високостернових фонів реалізується наступним чином. Спочатку виконується прохід комбайнів з жниварками суцільного зрізу на повну ширину захвату при прямому комбайнуванні або прохід валкових жниварок при роздільному комбайнуванні. В останньому випадку залишаються нескошені смуги шириною від 2 до 5 м через один або два проходи жниварки суцільного зрізу. Далі виконується очісування залишених смуг жниварками очісуючого типу. Однак при цьому не забезпечується повне завантаження жниварки, по ширині, що призводить до додаткових витрат, пов'язаних з тим, що комбайн працює майже вхолосту. З використанням же на комбайнах систем паралельного водіння та автопілотування стає можливим створювати високостернені фони на всю робочу ширину захвату жниварки [5].

При збиранні зернових культур методом очісування висота стебел, що залишилися у вертикальному положенні, сягає 40 см і більше. У зимовий період це сприяє накопиченню снігу та вологи в ґрунті. Однак при таненні снігу більша частина стебел приймає горизонтальне положення. Якщо весняний обробіток поля з зачесаною стернею або високо стерновими фонами проводиться ґрунтообробними знаряддями, які не заробляють рослинні рештки в ґрунт, це також створює шар з горизонтальних стебел.

При посіві на такій поверхні анкерними сошниками відбувається забивання стійки сошника та забивання робочого органу сівалки рослинними рештками, що змушує робити часті зупинки для очищення робочих органів.

Для усунення цього недоліку нами запропоновано посівну секцію, що має спеціальний диск для прорізання рослинних решток (рис. 3).

Посівна секція складається з корпусу 1, з'єданого з рамою сівалки через паралелограмний підвісний пристрій 2 з пружиною стиску 3 і регулювальною гайкою 4, прорізного диска 5 і опорного колеса 6, прикочуючого колеса 8 зі стійкою 9. Кронштейн 10 стійки 7 опорного колеса 6 і кронштейн 11 стійки 9 прикочуючого колеса 8, з'єдані між собою регульованою по довжині тягою 12, довжина якої змінюється ручкою 13, що створює тандем, який при русі по нерівній поверхні при розміщенні сошника між опорним і прикочуючим колесами знижує вплив нерівності на сошник вдвічі. Тяга 12 служить для регулювання глибини ходу сошника 14. Сошник 14 кріпиться до корпусу посівної секції 1 через основний гвинт 15 і зрізний болт 16, який служить для запобігання поломки сошника 14 при наїзді на перешкоду.

Посівна секція працює в такий спосіб. Корпус посівної секції за допомогою паралелограмного підвісного пристрою приєднується до рами машини. У процесі роботи пружина притискає корпус разом із сошником, опорним та прикочувальним колесами до поверхні поля, ступінь стиснення яких регулюється гайкою. Глибина ходу сошника регулюється зміною довжини тяги регульовальною ручкою. Величина тиску прикочуючого колеса, після проходження сошника регулюється перестановкою осі кріплення тяги в отвори кронштейнів.

Під час роботи з анкерним сошником перед ним встановлюється прорізний диск, розташований під кутом до поздовжньо-вертикальної площини, та опорне колесо. Колесо 8 прикочує ґрунт над насінням, ущільнює стінку борозни, запобігаючи обсіпанню ґрунту в борозенку.

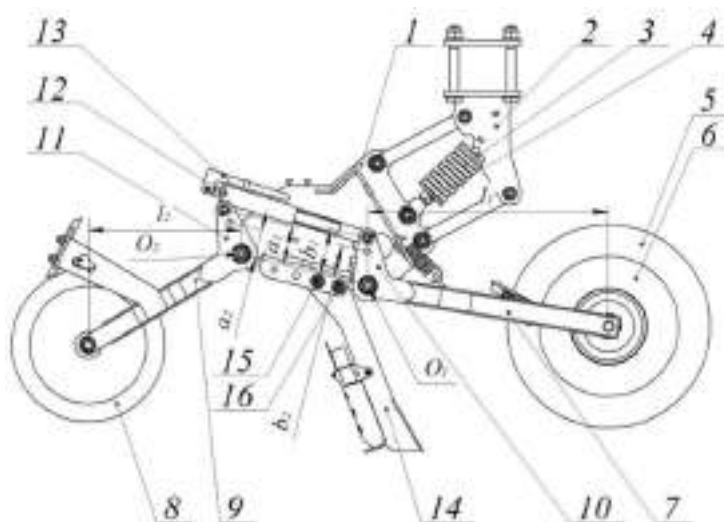


Рис. 3. Посівна секція

Відомо, що при певній вологості рослинних решток та стебел вони погано підрізаються окремо встановленим диском, створюючи виглиблюючий момент посівної секції та забивання анкерних сошників.

У розробленій посівній секції ефект повного підрізання рослинних решток і стебел, що лежать, досягається тим, що прорізний диск розташовується поряд з опорним колесом і в момент процесу підрізання рослинних решток вони підтискаються до ґрунту опорним колесом, внаслідок чого виникає ефект ножиць.

Прорізний диск, як сказано раніше, встановлений на посівній секції під кутом по відношенню до поздовжньо-вертикальної площини перед анкерним сошником, що рухається його слідом. Він призначений для прорізання полеглих рослинних решток високостерневого фону, що унеможлиблює забивання сошника при посіві та забезпечує виконання вологозахисної технології.

Висновки. Розроблено основні положення, які мають вдосконалення механізованих процесів в умовах посушливого землеробства на основі диверсифікації культур, що вирощуються, та збереженні рослинних решток на полі високої стерні та покривними посівами біологічно активних рослин.

Розроблена технологія передбачає перехід на сівозміни з довгою ротацією та раціональною сівозміною злакових та широколистих культур теплого та холодного періодів. Для підтримки природної родючості ґрунту застосовується чергування посівів бобових та культур зі стрижневою кореневою системою.

Вологозбереження забезпечується застосуванням очісуючи жниварок, збереженням високої стерні і формуванням високостерневих фонів.

Встановлено, що збирання методом очісування, як і формування

високостеревених фонів з міжсмуговою відстанню від 7 до 11 метрів забезпечує у 2,3 рази більше накопичення снігу взимку та збільшує запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту навесні на 35-40%, що приблизно на чверть підвищує врожайність та збільшує вихід продукції.

Для посіву по високій стерні запропоновано оригінальний робочий орган анкерного типу з диском, що прорізає рослинні рештки і ґрунт і суттєво покращує якість виконання технологічного прочесу посіву зернових культур.

Список використаної літератури

1. Сільськогосподарські машини. Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. *Київ: Каравела*. 2015. 552 с.
2. Сільськогосподарські і меліоративні машини: навч. посіб. Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. *Київ. ІПТО НАПН України*. 2015. 291 с.
3. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві. навч. посіб. Яропуд В.М., Твердохліб І.В., Спірін А.В. *Вінниця. ТОВ «Друк плюс»*. 2020. 308 с.
4. Розвиток ринку сільськогосподарської продукції та формування продовольчої безпеки. Монографія. Г. М. Калетнік, О. В. Дармограй. *Вінницький національний аграрний ун-т. Вінниця. К. ТОВ "Меркьюрі-Поділля"*. 2016. 268 с.
5. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, В.А. Мазур, О.Д. Паламарчук. *Вінниця*. 2017. 602 с.

Андрій СИРОЇД⁴⁰
студент 4-го курсу,
факультет технології виробництва, переробки та
робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

УЛЬТРАЗВУКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

***Анотація.** Ультразвук – це нова перспективна технологія у харчовій промисловості. Використання ультразвуку має ряд переваг, таких як підвищена ефективність процесу, покращення якості та збереження органолептичних якостей продукту, подовження терміну придатності. У статті описано принцип дії ультразвуку, узагальнено застосування ультразвуку в харчовій промисловості, розглянуті переваги та недоліки даної технології, а також перспективи розвитку.*

***Annotation.** Ultrasound is a new promising technology in the food industry. The*

⁴⁰Науковий керівник: Бурлака С.А. доктор філософії, старший викладач кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК

use of ultrasound has a number of advantages, such as increased efficiency of the process, improvement of the quality and preservation of the organoleptic qualities of the product, and extension of the shelf life. The article describes the principle of operation of ultrasound, summarizes the application of ultrasound in the food industry, considers the advantages and disadvantages of this technology, as well as development prospects.

Вступ. Останніми роками у харчовій промисловості активно впроваджуються новітні технології. Серед них – обробка під тиском, використання холодної плазми, імпульсного електричного поля, рідинна екстракція, ультрафіолетове випромінювання та ультразвук. Доведено, що ультразвукові коливання впливають на агрегатний стан речовин, сприяють їх дисперсії, а також змінюють швидкість дифузії, кристалізації та розчинення [1].

Виклад основного матеріалу. Ультразвукова обробка – це процес впливу ультразвукових хвиль (з частотою 15-50 кГц) на матеріали або речовини під час технологічних операцій. Вона застосовується для обробки рідких, газоподібних і твердих середовищ з метою прискорення масо- та теплообміну, хімічних реакцій, а також для руйнування, ущільнення та коагуляції речовин [1]. Ультразвук є однією з перспективних технологій у харчовій промисловості. Для підсилення ефекту ультразвукову обробку часто комбінують із тепловим (термомеханічна обробка) або тисковим впливом.

У харчовій промисловості застосовують два типи ультразвукових хвиль: низької та високої інтенсивності, залежно від частоти та сили впливу. Ультразвук низької інтенсивності використовується для аналізу взаємодії звукових хвиль із речовиною, що дозволяє отримати точну інформацію про структуру, розміри та склад продуктів.

Ультразвукові хвилі високої інтенсивності, навпаки, мають руйнівний вплив, змінюючи фізичні, біохімічні та механічні властивості харчових продуктів. Їх частота варіюється від 20 до 100 кГц, а інтенсивність – від 10 до 1000 Вт/см². Завдяки цим властивостям ультразвук високої інтенсивності широко використовується в процесах емульгування, регулювання мікроструктури та текстурних властивостей продуктів, що містять жири, кристалізації білків, а також при заморожуванні, сушінні, розморожуванні та концентруванні.

Ультразвукова обробка харчових продуктів – це відносно новий, але вже успішно зарекомендований метод. Ультразвук активно застосовується на різних етапах виробництва: під час змішування, гомогенізації, емульгування, екстракції, розчинення, розм'якшення, кристалізації, а також для модифікації проміжних і кінцевих харчових продуктів.

М'ясопереробна промисловість

Застосування ультразвуку в м'ясопереробній промисловості почалося ще в 1950-х роках і з того часу поступово розвивається та вдосконалюється. Ультразвукові хвилі низької інтенсивності використовуються для поліпшення органолептичних властивостей м'яса, таких як смак, аромат та текстура, що є

важливими критеріями для споживачів. Цей метод також підвищує ніжність м'яса, роблячи його приємнішим для споживання.

Ультразвук високої інтенсивності активно застосовується для обробки м'яса, включаючи процеси розм'якшення, засолювання та заморожування. Використання ультразвуку сприяє рівномірному розподілу солі у волокнах, покращуючи якість засолювання. Також він сприяє збільшенню терміну зберігання м'ясних продуктів завдяки антимікробній дії. У процесі заморожування ультразвукові хвилі забезпечують контроль розподілу і розміру кристалів льоду, що позитивно впливає на якість заморожених продуктів. Ультразвук стимулює утворення зародків кристалів при відносно вищих температурах, що дозволяє ефективно керувати процесом заморожування та знижувати втрати якості м'яса через пошкодження клітинних структур.

Дослідження показали, що обробка м'яса ультразвуком (потужність 10 Вт/см², частота 2,6 МГц) впливає на підвищення рівня рН, що, ймовірно, пов'язано з вивільненням іонів з цитоплазми клітин або зі змінами в білкових структурах. Це сприяє розм'якшенню м'язових тканин і прискоренню дозрівання м'яса без погіршення його якості. Такий ефект зумовлений розривом міофібрилярних білків та фрагментацією молекул колагену, що активує процес протеолізу та прискорює деградацію білків, таких як тропонін-Т та десмін.

Крім того, ультразвук високої інтенсивності покращує водопоглинання та проникнення солі в структуру м'яса, особливо у процесах в'ялення. Простір між м'язовими волокнами зростає пропорційно інтенсивності ультразвукових хвиль, що дозволяє досягти глибшого проникнення розсолу. Висока концентрація солі також пов'язана з руйнуванням міофібрилярної структури білка, що покращує якість готового продукту.

Молочна промисловість

Виробництво різних молочних продуктів, таких як тверді й м'які сири, цільне та сухе молоко, вершки і сметана, можна значно вдосконалити шляхом застосування ультразвукових технологій. Використання ультразвуку високої інтенсивності сприяє прискоренню процесів гомогенізації, ферментації та дозрівання, а також поліпшенню стабільності мікроорганізмів, що позитивно позначається на харчовій цінності продуктів і їх органолептичних характеристиках, таких як смак, запах і текстура.

Застосування ультразвукових технологій також сприяє покращенню життєздатності пробіотичних штамів заквасочних культур, що використовуються у виробництві кисломолочних продуктів. Ультразвук пришвидшує процес гідролізу лактози завдяки активації лактази та стимуляції вироблення молочної кислоти, що скорочує загальний час ферментації.

Узагальнена інформація

Галузь харчової промисловості	Продукти харчування	Вплив ультразвуку
М'ясопереробна промисловість	Свинина, яловичина, м'ясо птиці	Підсилює ніжність; збільшення вологостримуючої здатності; покращує колір; підвищення рН та антимікробний ефект; зменшує період старіння
Молочна промисловість	Молоко, сир, йогурт	Покращення органолептичних показників та якості продукту; скорочує термін дозрівання сирів; вищий вихід продукту

Розглянемо новий цифровий ультразвуковий прилад UIP2000hdT (рис.1) (20 кГц, 2000 Вт) — потужний ультразвуковий процесор для обробки рідин у лабораторних і промислових масштабах.



Рис. 1. Ультразвуковий прилад UIP2000hdT

До основних функцій даного приладу відносять гомогенізацію, емульгування, диспергування та тонке подрібнення частинок та розчинення. Кольоровий сенсорний дисплей, пульт дистанційного керування через браузер, автоматичний запис даних, вбудована SD-карта та датчики температури й тиску забезпечують точне керування процесом і високий рівень комфорту роботи. [6]

Переваги та недоліки

Ультразвук є відмінною альтернативою деяким традиційним технологіям з використанням тепла, які погіршують якість продукції. Ультразвук сприяє розм'якшенню та солінню м'яса, покращує гомогенізацію, стерилізацію, пастеризацію та емульгування.

Використання ультразвуку дозволяє покращити якість та чистоту кінцевого продукту за рахунок поліпшення його органолептичних властивостей, що сприяє збереженню поживних властивостей та збільшенню терміну придатності продукту.

Ультразвук високої інтенсивності може мати негативний фізичний та

хімічний вплив на харчові продукти. Вільні радикали, що утворюються в результаті кавітації, призводять до окислення ліпідів, що супроводжується появою сторонніх присмаків та запахів, денатурації білків та зниження загального вмісту фенолів внаслідок розкладання аскорбінової кислоти.

Одночасне застосування ультразвуку, температури та тиску також призводить до утворення вільних радикалів, що каталізують реакції, які можуть пошкодити структуру білка і тим самим несприятливо вплинути на текстуру харчового продукту.

Висновки. Застосування ультразвукових технологій набуло значної популярності в харчовій промисловості. Ця методика все частіше використовується для оптимізації різноманітних виробничих процесів завдяки своїм численним перевагам у порівнянні з традиційними підходами. Ультразвук сприяє підвищенню ефективності фізико-хімічних процесів, що дозволяє збільшити продуктивність, знизити енергоспоживання, покращити якість кінцевої продукції, подовжити термін її зберігання та навіть створювати продукти з новими характеристиками.

Зокрема, ультразвукові технології успішно застосовуються при виготовленні молочних сумішей, збагачених біологічно активними речовинами і вітамінами, а також у виробництві таких продуктів, як майонез, креми та інші подібні вироби.

Список використаної літератури

1. Карпова, Т. М., Бакун, А. О. Використання ультразвуку для покращення якості харчових продуктів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2015. № 21(3), С. 51–57.

2. Чудак Р. А, Побережець Ю. М, Ушаков В. М, Бабков Я. І. Вплив кормових добавок та комбікормів на продуктивність та якість м'яса у свиней: монографія. Вінниця. 2021. 202 с.

3. Razanova O.P., Farionik T.V., Skoromna O.I. The influence of the type of feeding on meat productivity of young cattle and meat quality. *Achievements and research prospects in animal husbandry and veterinary medicine: Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing»*, 2023. P. 292-326

4. Яремчук О. С., Новгородська Н. В. Використання ультразвуку у виробництві ферментованих кисломолочних продуктів. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. № 4 (103). С. 90–98

5. Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень в біології, тваринництві і ветеринарній медицині. Львів, 2004. 324с.

FIELD PROCESSING WITH THE HELP OF DRONES

Annotation. *The article is devoted to the consideration of modern technologies of field processing with the help of agrodrones. Some attention is also paid to the effectiveness of droplet brine during spraying. The advantages of using drones for farmland processing are discussed. The aim of the study is to optimize agrotechnical measures to increase yields and quality of processing.*

Keywords: UAVs, advantages of agrodrones, droplet size, benefits, spraying.

Анотація. *Стаття присвячена розгляду сучасних технологій обробки полів за допомогою агродронів. Також частину уваги приділено ефективності розсіру крапель при оприскуванні. Розглядаються переваги у використанні для обробки сільськогосподарських угідь безпілотниками. Метою дослідження є оптимізація агротехнічних заходів для підвищення врожайності та якості обробки.*

Ключові слова: БПЛА, переваги агродрони, розмір краплі, переваги, оприскування.

Introduction. For effective field cultivation at the stages of development when it is impossible to use ground sprayers, the technology of applying plant protection products by drones is used. This is a modern technique that is gaining popularity in Ukraine. It involves the use of agrodrones or UAVs, a unique engineering and technical invention for solving various agricultural tasks. These are devices traditionally used by agricultural companies to monitor fields, various crops, plants, and control their condition. The use of compact quadcopters makes it possible to determine the condition of crops, analyze the composition and individual characteristics of the soil. They are very easy to operate, multifunctional and convenient devices. With the help of a drone, it is easy to monitor crop growth in real time and receive operational data about it. The quadcopter is also convenient for fertilizing, watering, and treating against pests and diseases.

Summary of the main contents. Agrodrones are effective for applying fertilizers where it is impossible or inconvenient to do so with ground vehicles. Spraying with drones is suitable for small sown areas, areas with a large number of shrubs, trees, poles, and other obstacles. An important factor for applying plant protection products using such a device is high soil moisture after rain. Modern technology also helps to solve a number of environmental problems. The drone sprayer scans and determines the

⁴¹Науковий керівник – Швець Л.В. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

terrain in real time. It has functions for adjusting the volume of the solution used and setting the flight altitude. The choice in favor of aerial fertilization is also made when spot treatment of problem areas is required, for example, where diseases are spreading. Fertilizing with an aerial quadcopter is convenient for fields with difficult terrain or irregular shapes, as well as soils with high humidity. This method is effective for processing localized areas where there are no roads, as well as for spraying fertilizers on scattered fields. The use of UAVs (pin. 1) is effective in adverse weather conditions[1].

Fertilization. Fields are treated with agrodron with precise dosage and distribution of nutrients, which reduces unnecessary fertilizer consumption and increases yields. We work in any conditions: on uneven terrain, hard-to-reach places, etc. This is our advantage over the traditional approach. The equipment we use is equipped with special navigation systems and sensors, which makes it possible to monitor the process in real time.



Pin. 1. XAG P100 pro

Application of plant protection products by agrodrones. If we compare this method with traditional field cultivation, it has fundamental differences. First, it allows us to work with difficult soil conditions. Secondly, it makes chemical consumption more efficient and minimizes the likelihood of environmental pollution.

Trichogram application. A drone for spraying fields evenly and accurately distributes mixtures that protect crops from all kinds of pests. Unlike classical processing methods, this technique is more environmentally friendly.

Desiccation is the spraying of chemicals by unmanned aerial vehicles that destroy pests(pin. 2), diseases and weeds. After treatment, plants develop and grow

healthy. This significantly increases the process of controlling each hectare of land. Drone desiccation can be carried out both on large agricultural holdings and on small farms. The main advantage is a reduction in the burden on the environment and soil, as well as cost and time savings, and processing accuracy[2].



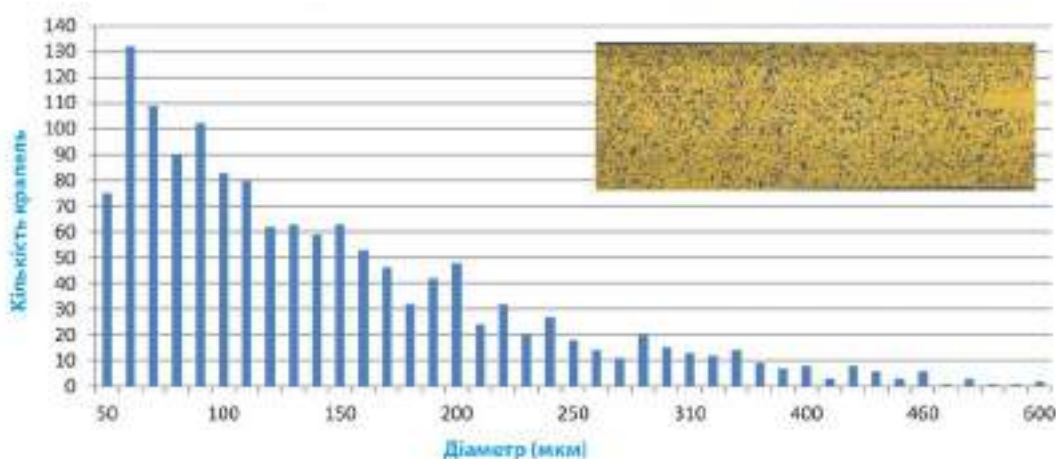
Pin. 2. XAG XP 2020

Crop protection. Spraying fields with drones is the latest technology created to improve agriculture and protect various crops from possible disasters and pests. Protection of rapeseed. Unmanned aerial vehicles equipped with various formulations designed to protect crops, such as herbicides, insecticides and other chemicals, are used to treat fields. This method of protection makes it possible to quickly and efficiently process large areas of rapeseed crops, minimizing the likelihood of plant damage from diseases and pests. Corn protection. The method is aimed at protecting the crop from weeds, diseases and pests. The equipment is equipped with sprayers that distribute fertilizers, herbicides and chemicals evenly. It increases yields and reduces losses. Drones protect against diseases and pests by timely detection and treatment of affected areas. Sunflower protection. A quadcopter for spraying fields is an effective and modern way to combat diseases and pests. This is a necessity that has found its application on large areas and is therefore very popular. This is an innovation that allows us to take all the necessary protective actions in a timely manner. And most importantly, on time. We agree that time is often of the essence. Equipped with cameras and sensors, the drone in the hands of our specialists allows us to monitor fields and identify damaged areas. This, in turn, makes it possible to carry out targeted treatment with fungicides and insecticides, reducing chemical consumption and negative environmental impact. Agree, this is extremely important when growing crops! In addition, agrodrones are suitable for monitoring the condition of the crop and assessing its ripeness, which makes it possible to optimally plan the harvest. And this means accurate crop forecasting. Pumpkin protection. It is carried out using special sprayers

mounted on unmanned aerial vehicles. They minimize time and fuel costs by performing work efficiently and quickly. Herbicides, fungicides and insecticides are sprayed from special nozzles from a height[3].

What are the benefits of agrodrones? Spraying with drones is in demand among farmers, and it's no wonder, since this technique has undeniable advantages:

- Efficiency. Drone spraying allows you to easily overcome difficult areas and perform work much faster than conventional agricultural machines. And this, in turn, allows you to be confident in the result.
- Accuracy. They have GPS navigation, thanks to which fields are cultivated with high accuracy, yields increase, and losses are minimized. This means that the loss of processing means to unnecessary areas is minimized.



Pin. 3. Dependence of the number of drops on their diameter.

Table 1

Dependence of settling and wear of the working solution on the particle size at a wind speed of 1 m/s.

Drop size, mkm	Settling time, s	Demolition., m
1000	0,8	0,8
500	1,3	1,3
200	4,2	4,2
100	11,5	11,5
50	43	43
20	250	250
10	1000	1000

- Reduced costs. The use of agrodrones requires significantly less resources, time and fuel, unlike traditional methods of cultivation. In addition, a person is in a more protected space. Due to the detailed study of the entire field area, access to hard-to-reach places and minimization of crop trampling, the price of spraying fields is much more favorable than using agricultural machinery.

- Environmental friendliness. The amount of pesticides and fertilizers used that can harm the environment is reduced by several times. After all, everything is measured as accurately as possible, with minimal errors.

- They are equipped with video and photography, which makes it possible to monitor the condition of the crop and identify problems in a timely manner.

- Quality - the quality of drone processing is maximized due to the complete absence of tramlines, which creates ground transportation when processing the area, and this preserves up to 7% of the crop's integrity.

- Speed - the average productivity of an agro-drone is from 5 to 12 hectares per 1 hour. The speed of movement reaches from 1 m/s to 12 m/s.

- Accuracy - agrodrones are suitable for spot spraying. This is necessary when diseases or pests are localized in certain areas of crops. Versatility - spraying fields with drones is suitable for any agricultural enterprise. This service is increasingly being ordered in Ukraine, as it is inexpensive and affordable for every farmer.

- Efficiency - thanks to ultra-low-volume spraying (Ultra-low-volume spraying (ULS) is carried out using a remotely piloted air system with special nozzles or atomizer nozzles that provides droplets (up to 150 microns) (Table 1.) ULS is not recommended for use with phytotoxic herbicides and fungicides due to the strong drift of the drugs), the drone performs highly accurate and efficient application of the drug, while using 95% less water (pin. 3). Availability - drones can be used to cultivate all types of crops. Today, the technology is available to every farmer due to its affordable price [4].

Conclusion. The article discusses the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for field processing, which opens up new prospects in agriculture and new opportunities for creating intelligent farmland management systems. The study showed that the use of drones to apply plant protection products, fertilizers, and other agrochemicals can increase the efficiency and accuracy of treatments, reduce the cost of agricultural machinery and labor, and minimize the negative impact on the environment. The integration of drone data with other monitoring and management systems allows us to optimize all stages of the production process, from sowing planning to harvesting.

References

1. Efficiency of agrodrones. *Drone spraying*: website. URL: <https://sun-ukr.com/drone-spraying> (date of application 01.09.2024).

2. Dependence of settling and wear of the working solution on the particle size. *Removal of protective equipment when applied by drones*: website. URL: <https://agrobusiness.com.ua/znesennia-zasobiv-zakhystu-pry-vneseni-dronamy-opryskuvachamy> (date of application 01.09.2024).

3. Drones for the obpriskuvannya. *Drones on the vine villages are a revolution in ruslin's history*: website. URL: <https://agro-aero.com.ua> (date of application 01.09.2024).

4. XAG P100 Pro. *AGRODRONICS*: website. URL: https://ferm.in.ua/droni?gad_source=1&gclid=cjwkcajwodc2bhaheiwae67hjfa2jv17p

Владислав ТРИМАЛЮК⁴²,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИНИЦТВА

Анотація: У статті розглянуто використання розумних теплиць, що є інноваційним рішенням у сільському господарстві. Розумні теплиці використовують автоматизовані системи для моніторингу та управління мікрокліматом, що дозволяє оптимізувати вирощування рослин та підвищити врожайність. У статті аналізуються технології, які дозволяють забезпечити постійний контроль за температурою, вологістю, освітленням та іншими параметрами.

Ключові слова: Сенсори, автоматизація поливу, контроль клімату, моніторинг ґрунту, IoT, керування освітленням, температурний контроль, датчики вологості, штучний інтелект, управління вентиляцією, прогнозування врожаю, контроль CO₂.

Annotation: The article discusses the concept of smart greenhouses, which is an innovative solution in agriculture. Smart greenhouses use automated systems to monitor and control the microclimate, which allows to optimize the cultivation of plants and increase the yield. The article analyzes technologies such as sensors, which allow for constant control of temperature, humidity, lighting, and other parameters.

Keywords: Sensors, irrigation automation, climate control, soil monitoring, IoT, lighting control, temperature control, humidity sensors, artificial intelligence, ventilation control, crop prediction, CO₂ control.

Вступ: Використання розумних теплиць це передові агротехнологічні комплекси, що використовують інноваційні технології для створення ідеальних умов для вирощування рослин. Завдяки інтеграції сенсорів, систем автоматизації, інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту, ці теплиці дозволяють точно контролювати всі важливі параметри, такі як температура, вологість, освітлення і рівень вуглекислого газу. Це забезпечує постійний моніторинг і оптимізацію мікроклімату, що значно підвищує ефективність і стабільність виробництва [1].

⁴²Науковий керівник – Труханська О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

Застосування розумних теплиць відкриває нові можливості для сільського господарства, знижуючи вплив людського фактора на вирощування врожаю і підвищуючи його якість. Крім того, такі системи допомагають зменшити споживання води та енергії, що робить виробництво більш екологічно чистим та економічно вигідним. У результаті, розумні теплиці стають важливим інструментом для розвитку сталого сільського господарства, особливо в умовах змін клімату та зростаючого попиту на продовольство [2].

Метою дослідження є вивчення сучасних технологій і систем автоматизації, що використовуються для оптимізації процесів вирощування рослинницької продукції. Це включає аналіз впливу розумних теплиць на ефективність агровиробництва, зменшення ресурсних витрат та підвищення врожайності, а також оцінку їхньої ролі в розвитку сталого сільського господарства і забезпеченні продовольчої безпеки.

Виклад основного матеріалу: Розумні теплиці, оснащені сучасними датчиками та комунікаційними технологіями, автоматично збирають і доставляють інформацію про навколишнє середовище та врожай у режимі 24/7. Зібрані дані передаються на платформу IoT, де аналітичні алгоритми перетворюють їх у корисну інформацію для виявлення вузьких місць і відхилень. Безперервний моніторинг даних полегшує розробку прогностичних моделей для оцінки ризиків хвороб сільськогосподарських культур та інфекцій. Відкриваючи доступ до великих знань про сільськогосподарські культури, розумна теплиця дозволяє виробникам мінімізувати трудовитрати, підвищувати ефективність використання ресурсів і хімікатів при оптимізації врожайності (рис. 1) [1-3, 5].

Переваги використання розумних теплиць:

- Автоматичне управління мікрокліматом
- Ефективне використання ресурсів (вода, добрива)
- Збільшення врожайності
- Зменшення ручної праці
- Контроль за шкідниками та хворобами
- Можливість дистанційного керування та моніторингу
- Зниження витрат на енергію
- Прискорений цикл вирощування рослин.



Рис. 1. Зразок керування «Розумною» теплицею [3]

Можливості при використанні розумних теплиць.

1. Підтримка ідеальних мікрокліматичних умов. Датчики дозволяють

фермерам збирати різні точки даних з безпрецедентним ступенем деталізації. Вони надають у реальному часі інформацію про критичні кліматичні фактори, включаючи температуру, вологість, освітленість і присутність вуглекислого газу у теплиці [4].

2. Поліпшення практики зрошування та удобрення. На додаток до параметрів навколишнього середовища, розумні теплиці дозволяють фермерам бути у курсі умов вирощування врожаю. Це гарантує, що іригація і внесення добрив відповідають реальним потребам культурних рослин для отримання максимальних врожаїв [4].

3. Виявлення інфекцій і уникання спалахів захворювань. За допомогою платформи машинного навчання дані про тепличне середовище, зовнішній погоді й характеристиках ґрунту дозволяють отримати цінну інформацію про наявні ризики зараження шкідниками та грибками [4].

4. Запобігання крадіжок і підвищення безпеки. Оскільки традиційні мережі з системами відеоспостереження дороги у реалізації, багато виробників не мають ефективною системи безпеки. У цьому контексті датчики у розумних теплицях надають доступну інфраструктуру для відстеження стану дверей і виявлення підозрілих дій (рис. 2) [5].

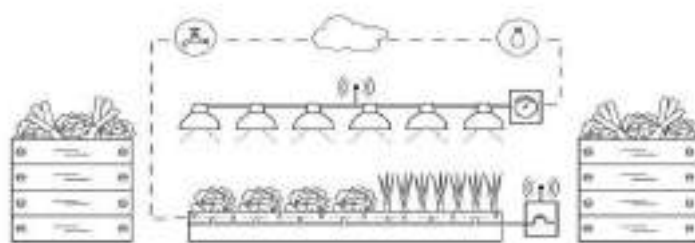


Рис. 2. Примітивна схема «Розумної» теплиці [5]

Витрати на виробництво продукції у розумних системах значно менші, ніж у разі застосування традиційних методів тепличного господарства (рис. 3).

Переваги використання «Розумних теплиць». Розумні теплиці можуть підвищити врожайність і знизити витрати завдяки:

1. Автоматичне регулювання умов. Оптимізація температури, вологості та освітлення забезпечує краще зростання рослин.

2. Інтелектуальне управління ресурсами. Ефективне використання води та добрив зменшує витрати і покращує здоров'я рослин.

3. Прогнозування та аналіз. Штучний інтелект аналізує дані для прогнозування потреб рослин і оптимізації процесів.

4. Енергетична ефективність. Використання відновлювальних джерел енергії зменшує витрати на електрику.

5. Зменшення ручної праці. Роботи і дрони автоматизують обробку рослин, знижуючи витрати на працю.

Ці технології дозволяють досягати вищих урожаїв при менших витратах [6].



Рис. 3. Розміщення датчиків контролю у теплиці [6]

Ключові переваги та важливість розумних теплиць [7].

1. Оптимізація ресурсів. Точний контроль температури, вологості і CO₂ для підвищення врожайності.

2. Автоматизація. Зменшення потреби в ручному управлінні завдяки автоматичним системам.

3. Екологічність. Менше витрат ресурсів і зменшення впливу на довкілля.

4. Підвищення врожайності. Кращі умови для росту рослин.

5. Віддалене управління. Контроль через інтернет для швидкого реагування на зміни умов.

Висновок: Можна зазначити, що розумні теплиці представляють собою значний крок вперед у розвитку агрономії та агроінженерії, забезпечуючи ефективне управління ресурсами, автоматизацію процесів і підвищення екологічності. Завдяки інноваційним технологіям, які дозволяють точний контроль умов середовища, ці системи не лише підвищують врожайність, але й зменшують вплив на довкілля. Віддалене управління та адаптація до змінюваних умов ще більше посилюють їхню ефективність, роблячи розумні теплиці важливим інструментом для сталого розвитку сучасного землеробства.

Список використаної літератури

1. Функція розумної теплиці: вебсайт. URL:<https://ua.greenhouse-china.com/news/smart-greenhouse-feature-76085669.html> (дата звернення 11.09.2024р.)

2. Розумна система зрошення для теплиць: вебсайт. URL:<https://superagronom.com/news/13793-naukovtsi-z-daniyi-rozrobili-rozumnu-sistemu-zroshennya-dlya-teplits> (дата звернення 12.09.2024р.)

3. Розумні системи автоматизації тепличного господарства : вебсайт. URL: <https://agropeak.com.ua/portfolio/automation-systems/>(дата звернення 12.09.2024р.)

Сергій ВАСИЛИК⁴³,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ПРИБОРУ ДО МАЛОГАБАРИТНОЇ ТЕХНІКИ

***Анотація.** Головну роль у створенні сприятливих умов для зростання та розвитку сільськогосподарських культур відіграє якісне виконання польових робіт на присадибних ділянках із застосуванням малогабаритної техніки. Для належного та максимально ефективного вирішення цієї проблеми необхідно провести дослідницькі роботи з розробки малогабаритної техніки, зокрема на базі мотоблоків.*

***Ключові слова:** мотоблок, малогабаритна техніка, комбінований агрегат, фреза, робочий орган.*

***Annotation.** The main role in creating favorable conditions for the growth and development of agricultural crops is played by high-quality performance of field work on homestead plots using small-sized equipment. For a proper and maximally effective solution to this problem, it is necessary to carry out research work on the development of small-sized equipment, in particular, on the basis of walk-behind tractors.*

***Keywords:** walk-behind tractor, small-sized equipment, combined unit, milling machine, working body.*

***Вступ.** У загальному комплексі заходів щодо підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур значне місце займає обробіток ґрунту. Основним завданням при цьому є створення оптимальної структури ґрунту, яка забезпечує сприятливі водно-фізичні, агротехнічні та біологічні її властивості [1].*

Правильний обробіток - основний засіб боротьби з бур'янами, а також шкідниками та хворобами культурних рослин. Найважливішою умовою ефективного застосування обробітку ґрунту є проведення його у певній системі з урахуванням агротехнічних вимог сільськогосподарських культур. Поєднання відвальних, безвідвальних, поверхневих робіт повинно визначатися диференційовано залежно від зональних, ґрунтових, погодних умов та типів засміченості [1].

Пошук раціональних способів механічного обробітку ґрунту, спрямованих на покращення ґрунтових режимів, що сприятливо позначаються на зростанні, розвитку та продуктивності культурних рослин, здійснюється протягом усієї історії землеробської науки та практики. Головним завданням обробітку ґрунту

⁴³Науковий керівник – к.т.н., ст. викладач Луц П.М., кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

є створення сприятливої його структури. При цьому глибина обробітку займає значне місце у системі вирощування сільськогосподарських культур. Питання про глибину обробки ґрунту завжди було і залишається актуальним і найбільш спірним [1].

Оптимальні терміни посіву, якісний насіннєвий матеріал у сукупності з правильно підготовленим ґрунтом для посіву, завдяки якому створюється щільне, вологе ложе і пухкий повітропроникний шар ґрунту над насінням оптимальної товщини, є базою для отримання високих врожаїв зернових культур [2].

Глибина оранки також відіграє важливу роль у створенні сприятливих умов для зростання та розвитку культурних рослин. За глибину обробітку приймається відстань від поверхні необробленого поля до рівня заглиблення у ґрунт робочих органів машин та знарядь [2].

Вибір необхідної глибини оранки залежить від типу і потужності двигуна агрегату, механічного складу ґрунту, виду добрив, що вносяться, засміченості ґрунту, вимог до оброблюваної культури.

Всі розвинені країни світу займаються пошуком нових технологічних способів обробітку ґрунту, націлені на його захист від ерозійного впливу, підтримання та збільшення родючості, зниження витрат палива та затрат праці. Щорічно створюються вдосконалені агрегати для обробітку ґрунту з унікальними робочими органами. Збільшуються функціональні можливості машин, що здатні одночасно виконувати кілька технологічних операцій, але при цьому стають громіздкими, ускладнюється конструкція, збільшується вага.

У зв'язку з цим дослідження та розробка робочих органів для малогабаритної сільськогосподарської техніки класу 0.2 (мінітрактори) та мотоблоків для проведення обробітку ґрунту на малоконтурних ділянках є актуальним завданням у сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу. Механічний обробіток ґрунту – найважливіший елемент системи агротехнічних заходів для вирощування сільськогосподарських культур, який створює сприятливі умови для зростання та розвитку культурних рослин.

Для обробітку присадибних ділянок, теплиць та грядок використовують мотоблоки, здатні обробляти ґрунт у обмежених умовах.

Як навісне обладнання на мотоблоки для обробітку ґрунту в даний час використовують плуг, борону, підгортач, фрезу і прикочуючі котки.

Розрізняють плуги наступних конструкцій.

Плуг стандартний (рис. 1 а). Пристрій виготовляється з міцної сталі, що не піддається деформації та корозії, і дозволяє експлуатувати його тривалий час. Пристрій має широкий ніж. Леміш такого пристрою при оранці розпушує ґрунт, підрізаючи коріння бур'янів. Полиця перевертає шар ґрунту. Така конструкція дозволяє відкидати ґрунт в сторону настільки, щоб він не обсипався назад у борозду.

Плуг оборотній (рис. 1 б) є удосконаленим варіантом класичного плуга. Відрізняється від нього зміненою геометрією лемішно-полицевої поверхні.

За рахунок гострого кута входження в ґрунт леміш плуга не впирається в міцне коріння рослин, а зрізає його, що суттєво полегшує керування мотоблоком.



а)



б)

а - стандартний плуг; б - плуг оборотний
Рис. 1. Плуги для малогабаритної техніки

Для розпушування ґрунту після оранки використовують борони. Існує кілька різновидів борін для малогабаритної ґрунтообробної техніки: зубові, дискові, голчасті, роторні.

Зубова борона (рис. 2 а) є рамою, на якій розташовуються зуби, рівновіддалені один від одного. Довжина зубів складає 25-50 мм.

Дискова борона (рис. 2 б) використовується на сухому ґрунті. Основними елементами обробки є диски, встановлені на одній вісі під певним кутом, забезпечуючи тим самим максимальне проникнення в ґрунт.

Голчата борона (рис. 2 в) використовується для проведення передпосівного або кінцевої обробки ґрунту на зиму. Як робочі органи на обладнанні використовуються вигнуті змінні пластини. Кріплення до мотоблоку здійснюється за допомогою жорсткого зчеплення, на який встановлений механізм, що регулює положення даного виду обладнання.

Роторна борона (рис. 2 г) призначена для подрібнення рослинних решток та вирівнювання поверхні ґрунту. Робочий орган, встановлений замість коліс мотоблока, є загостреними пластинами, розташованими під певними кутами. [3].



а)



б)



в)



г)

а – зубова борона; б - дискова борона, в - голчаста борона, г - роторна борона
Рис. 2. Борони для малогабаритної техніки

Окучники - вид навісного обладнання для мотоблоків призначений для розпушування ґрунту та створення борозен при посіві, висаджуванні розсади та для підгортання картоплі. Використовують окучники дискові та роторні.

Дискові підгортачі (рис. 3 а) містять Т-подібний повідець, дві стійки, два диски. Переваги дискових підгортачів: гребені при підгортанні виходять рівними і високими, процес має менші енерговитрати. Недолік - висока вартість навісного обладнання.

Роторні (пропелерні) підгортачі (рис. 3 б) працюють без використання зчіпки, оскільки їх монтують замість коліс мотоблока. Зубчасті диски добре рихлять ґрунт і знищують бур'яни в міжряддях.



а)



б)



в)

а - дисковий окучник; б - окучник роторний; в – стрілочастий підгортач

Рис. 3. Окучники для малогабаритної техніки

Стрілочасті підгортачі (рис. 3 в) відрізняються фіксованою шириною захвату, зовні вони схожі на крила метелика. У процесі роботи за рахунок гострої форми робочого органу вони опускаються на відрегульовану заздалегідь глибину, рихлять і піднімають ґрунт, тим самим створюючи необхідний земляний гребінь.

Недоліком пристрою є необхідність регулювання ширини захвату міжрядь.

Фреза для мотоблока – основне навісне обладнання, призначене для оранки, розпушування ґрунту, перемішування його з мінеральними та органічними добривами, боротьби з бур'янами та шкідниками. Завдяки високим агротехнічним показникам та великим ступенем кришіння ґрунті фрези створюють оптимальну щільність ґрунту, збільшують його біологічну та біохімічну активність, що дозволяє підвищити врожайність.

В даний час на мотоблоках використовують бічні фрези, які встановлюються як ходова частина по обидва боки на мотоблок, працюють від приводних валів коліс. При такому розташуванні ці фрези заміняють колеса,

приводять техніку в рух і культивують ґрунт.

Бувають і навісні фрези, що працюють від валу відбору потужності, розташовані позаду агрегату, що не беруть участі в русі, виконують при цьому функцію культивації.

За конструкцією ножів фрези поділяються на шаблеподібну (активну, стандартну), «Гусині лапки», «Цілина», «Активний ротор» зі спіралеподібними ножами.

Шаблеподібна фреза (рис. 4) має розбірну конструкцію. На вісь, що обертається, замість коліс встановлюються блоки, що складаються з набору чотирьох потужних ножів, встановлених під прямим кутом відносно один одного, скріплених болтами, гайками і шайбами. Кількість блоків з кожного боку приводу по-різному (2-3 і більше одиниць).



Рис. 4. Шаблеподібна фреза

На кількість ножів та ширину модуля впливає вага техніки та її потужність. Ножі у цієї фрези у вигляді вигнутих смуг, загнутих по черзі в різні боки. Їх конструкція та міцність дозволяють обробляти ділянки, де трапляються камені та коріння.

Переваги активної фрези:

- підходить для обробки будь-якого ґрунту, добре справляється з обробкою легких піщаних ґрунтів, культивацією земель, що раніше оброблялися;

- ріжучі елементи характеризуються максимальною надійністю, міцністю та довговічністю через використання при виготовленні міцної легованої сталі;

Основним недоліком є недостатньо висока якість складання (болтових та зварювальних з'єднань), погано справляється з обробкою цілини та земель, з густою рослинністю. Мотоблок рухається нерівно і постійно підскакує, для роботи необхідно докладати зусиль для підтримки стабільного руху.

Фреза «Гусячі лапки» (рис. 5) має цільнозварювальну конструкцію.

Висока ефективність досягається за рахунок специфічної форми ножів.

Свою назву фреза отримала за незвичайну форму різальних елементів, що нагадують лапки гуски.



Рис. 5. Фреза «Гусячі лапки»

Існують трирядні та чотирирядні «Гусячі лапки» з різними діаметрами вісі. Дана фреза показує високу ефективність при обробі важких цілинних та глинистих ґрунтів, але забивається на ділянках з підвищеною рослинністю.

Для виготовлення фрези використовують низьковуглецеву сталь.

Переваги фрези «Гусячі лапки»:

- велика прохідність фрези по цілині. Внаслідок чого ґрунт легко і швидко обробляється, ретельно подрібнюються грудки землі, відбувається перемішування ґрунту на глибині 30-40 см;

- легше справляється з обробітком кам'янистих, твердих ґрунтів та залишками рослинності, забезпечує легку керованість пристроєм у процесі роботи.

Недоліки: менша міцність елементів конструкції, часто забивається залишками рослин, не справляється із заорюванням сидератів та органічних добрив.

Спіралеподібна фреза «Цілина» (рис. 6) має цільнозварну конструкцію, що надає їй витривалості до високих навантажень.

Навісне обладнання складається з втулки, до якої прикріплені по спіралі ножі, оснащені гострими наконечниками. «Цілина» повільно, але потужно і глибоко обробляє ґрунт, добре «вгризається» в глинистий, важкий і зарослий травною ґрунт.

Недоліками даної фрези є те, що в процесі культивування ґрунт виштовхується з центру на краї, утворюючи невелику борозду, отже, земельна ділянка вимагатиме подальшого вирівнювання.



Рис. 6. Спіралеподібна фреза «Цілина»

«Активний ротор» (рис. 7) із спіралеподібними ножами має бочкоподібну форму та гвинтові планки, виконані у вигляді ножів та розташовані, на відміну від звичайних роторів, не до поверхні ґрунту, а горизонтально.



Рис. 7 Фреза «Активний ротор» із спіралеподібними ножами

Ротори встановлюються на робочі вали редуктора мотоблока замість фрези. Застосовують для знищення великої кількості бур'янів на запущених ділянках, подрібнення сидератів перед заорюванням у ґрунт, мульчування ґрунту та рослинних залишків та вирівнювання поверхні. «Активний ротор» – унікальний робочий орган, який виконує одночасно функції кількох пасивних робочих органів, а саме: шлейф-балки, що вирівнює поверхню поля, лап для культиваторів, що розпушують верхній шар ґрунту, кільчасто-рубчастих котків, що подрібнюють грудки ґрунту, дисків луцильника, що підрізають та подрібнюють стерню та іншу рослинність, фрез, що перемішують рослинні рештки з верхнім шаром ґрунту.

Недоліком даного пристрою є перекочування ротора через неоднорідний рельєф поля (канавки, горбки), не розпушуючи при цьому ґрунт, що негативно позначається на якості обробки.

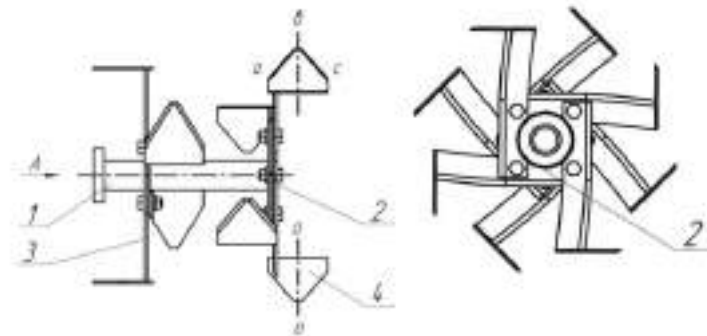
Результати аналізів показують, що створення нових модернізованих ґрунтообробних фрез є актуальним і на сьогодні.

Таким чином, одним із недоліків описаних вище навісних пристроїв є їх монофункціональність - вони здійснюють за один технологічний прохід агрегату тільки одну операцію, через що доводиться проходити мотоблоком по полю кілька разів. Це призводить до ущільнення ґрунту, руйнування його структури, порушення водно-повітряного режиму, що негативно позначається на врожаї.

Вивчивши конструкції, переваги та недоліки існуючих знарядь для мотоблоку виникла ідея створення комбінованого ґрунтообробного обладнання, яке буде виконувати роль розпушувача, подрібнювача та вирівнювача ґрунту, оскільки існуючі – вимагають багаторазового проходу агрегатів на одній і тій же ділянці для підготовки ґрунту до посіву. Це дозволить мінімізувати ущільнення ґрунту, знизити витрати пального та витрати праці, скоротить терміни проведення польових робіт.

Завдання пропонованого винаходу полягає у забезпеченні ковзного різання ножем фрези ґрунту та рослинних решток.

При цьому досягається технічний результат – усунення забивання ножа фрези та його стійки рослинними рештками та зниження енергоємності процесу фрезерування ґрунту.



1 – вал фрези, 2 – пластини фрези, 3 – стійка, 4 – сегментні ножі
Рис. 8 Робочий орган сегментної фрези

Робочий орган сегментної фрези (рис. 8) містить вал 1 із жорстко закріпленими пластинами 2, стійки 3 плоскої форми. На торцях стійок жорстко закріплені ножі 4, виконані у вигляді рівнобедрених трикутних пластин з гострозаточеними кромками а-в і в-с. Ножі встановлені віссю симетрії о-о з максимальним зміщенням паралельно площин стійок 3 вершиною трикутника у бік обертання фрези.

Виконання ножів у вигляді рівнобедрених трикутних сегментів з гострозаточеними кромками та встановлення на торцях стійок, спрямовуючи вершиною трикутника у бік обертання фрези, дозволяє проводити різання ґрунту та рослинних решток у процесі обертання фрези з ковзанням.

Зміщення ножів віссю симетрії відносно площин стійок у бік паралельно останнім сприяє тому, що рослинні рештки перерізаються на гострозаточених кромках ножів до зустрічі зі стійкою. Це дозволяє легко сходити їм разом із ґрунтом із робочого органу, і не затримуватись на стійках.

Розташування ножів у шаховому порядку забезпечує обробіток ґрунту по всій ширині захвату фрезерних батарей.

Робочий орган сегментної фрези працює в такий спосіб.

При обертанні валу 1 фрези ножі 4 заглиблюються в ґрунт вершиною трикутника. При цьому гострозаточені кромки а-в і в-с ножа, заходячи в ґрунт під гострим кутом до напрямку руху ножа, здійснюють різання ґрунту та рослинних решток з ковзанням. При цьому рослинні рештки перерізаються до зустрічі зі стійкою 3 ножа, що дозволяє їм легко сходити з робочого органу разом із ґрунтом. Перерізання рослинності до зустрічі зі стійкою відбувається завдяки максимальному зміщенню ножів 4 відносно площин стійок 3.

Процес різання ґрунту та рослинних решток з ковзанням відбувається ефективно за менших витрат енергії. Це досягається тим, що в робочому органі фрезерного культиватора, що містить вал з жорстко закріпленими пластинами для кріплення стійок ножів у батареях, ножі виконані у вигляді рівнобедрених трикутних пластин з гострозаточеними стегнами і встановлені жорстко на торцях

стійок, направляючи вершиною трикутника в обертання фрези та максимально зміщуючи в батареях віссю симетрії в бік паралельно площин стійок вліво та вправо в шаховому порядку.

Застосування запропонованого робочого органу дозволяє досягти зазначеного технічного результату.

Висновки. Проведені аналітичні дослідження та літературний огляд показали, що одним із перспективних напрямів удосконалення малогабаритної сільськогосподарської техніки для рослинництва є розробка комбінованих агрегатів, які за технологічний прохід виконують комплекс агротехнічних операцій. Найбільш перспективним є їх використання при суміщенні операцій передпосівного обробітку ґрунту на малоконтурних ділянках.

При всьому різноманітті науково-дослідних робіт, присвячених вивченню ґрунтообробних фрез з активними робочими органами, недостатніми є дослідження, пов'язані з впровадженням малогабаритних комбінованих ґрунтообробних агрегатів, тому ми пропонуємо створити малогабаритне ґрунтообробне знаряддя, яке за один прохід буде виконувати декілька технологічних операцій, таких як розпушування, подрібнення, вирівнювання та коткування ґрунту.

Список використаної літератури

1. Сільськогосподарські машини. Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. *Київ: Каравела*. 2015. 552 с.

2. Сільськогосподарські і меліоративні машини: навч. посіб. Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. *Київ. ІНТОН НАПН України*. 2015. 291 с.

3. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві. навч. посіб. Яропуд В.М., Твердохліб І.В., Спірін А.В. *Вінниця. ТОВ «Друк плюс»*. 2020. 308 с.

4. Розвиток ринку сільськогосподарської продукції та формування продовольчої безпеки. Монографія. Г. М. Калетнік, О. В. Дармограй. *Вінницький національний аграрний ун-т. Вінниця. К. ТОВ "Меркьюрі-Поділля"*. 2016. 268 с.

5. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, В.А. Мазур, О.Д. Паламарчук. *Вінниця*. 2017. 602 с.

Юлія ЗЕЛІНСЬКА⁴⁴,
студентка 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА ЛОПАТЕВОГО ЖИВИЛЬНИКА НАВАНТАЖУВАЧА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

***Анотація.** Вирішується питання підвищення продуктивності і зниження енергоємності технологічного процесу навантаження картоплі шляхом розробки та дослідження математичної моделі роботи гідравлічного привода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії. Запропонована нова конструктивно-технологічна схема лопатевого живильника для навантаження картоплі, оснащеного двома зустрічно обертаючими роторами з лопатями і нерухомими секторами у вигляді частин циліндра.*

***Ключові слова:** навантажувач, робочий орган, лопатевий живильник, гідравлічний привод, насос, гідромотор, математична модель.*

***Annotation.** The issue of increasing productivity and reducing the energy intensity of the technological process of loading potatoes is solved by developing and researching a mathematical model of the hydraulic drive of the blade feeder of a continuous loader. A new structural and technological scheme of a shovel feeder for loading potatoes, equipped with two counter-rotating rotors with blades and fixed sectors in the form of parts of a cylinder, is proposed.*

***Keywords:** loader, working body, blade feeder, hydraulic drive, pump, hydraulic motor, mathematical model.*

Вступ. Гідравлічні приводи є невід'ємним елементом високоефективної сільськогосподарської техніки завдяки великій питомі потужності, високій швидкодії, малим габаритам, економічності і сполучуваності з мікропроцесорною технікою управління [1].

Успішні вітчизняні підприємства – виробники машинобудівної гідравліки, мають сучасне комп'ютерне оснащення і пов'язують свій прогрес з використанням в процесі проєктування сучасних технологій САПР і нових комп'ютерних програм, що дозволяють виконувати різні види моделювання. Оскільки саме математичне моделювання дозволяє за короткий час створити модель досліджуваної системи, вивчити її властивості або поведінку в тих чи інших вимогах.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження роботи гідравлічного привода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії (привода

⁴⁴Науковий керівник – к.т.н., доцент Руткевич В.С., кафедра машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

роторів живильника) проведено моделювання його роботи [1].

У математичні моделі гідравлічного привода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії були прийняті такі припущення [2, 3]:

- робоча рідина прийнята стисливою і характеризується коефіцієнтом стисливості K [2];
- коефіцієнт стисливості робочої рідини змінюється несуттєво зі зміною тиску і тому вважається постійним;
- витрати рідини на перетікання з області високого тиску в область низького тиску прямо пропорційно залежать від перепаду тисків на межі цих областей і характеризуються коефіцієнтом перетікання робочої рідини σ ;
- величина тиску між фільтром і другим гідромотором незначна, тому до уваги не приймається [4];
- тепловий режим системи вважається сталим;
- втрати на в'язке тертя в гідромоторах пропорційні швидкості обертання;
- хвильові процеси в трубопроводах не розглядаються в зв'язку з невеликою протяжністю [4, 5];

При дослідженні динаміки гідропривода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії з гідравлічним приводом робочих органів проведено моделювання його роботи. На рис. 1 представлено розрахункову схему гідропривода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії.

На схемі гідропривода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії з гідравлічним приводом робочих органів (рис.1) позначені такі структурні елементи: H – гідронасос (ШН-100); $ДР$ – дросель керований; $ГМ_1, ГМ_2$ – гідромотори; Φ – очисний фільтр; $Б$ – гідравлічний бак; $ЗК$ – клапан запобіжний.

На схемі (рис. 1) також представлені основні геометричні, кінематичні та силові параметри: p_1, p_2, p_3, p_4 – тиски відповідно на вході насоса, на вході гідромотора $ГМ_1$, на вході гідромотора $ГМ_2$, на виході гідромотора $ГМ_2$; W_1, W_2, W_3, W_4 – об'єми трубопроводів між насосом та керованим дроселем, керованим дроселем та гідромотором $ГМ_1$ та гідромотором $ГМ_2$ та фільтром; Q_H – фактична подача насоса; $S_{ДР}$ – площа прохідного отвору дроселя; S_Φ – площа поверхні фільтруючого елемента; q_{m1}, q_{m2} – робочі об'єми гідромоторів; J_1, J_2 – моменти інерції на валах гідромоторів; $M_{КР1}, M_{КР2}$ – крутні моменти технологічного навантаження на валах гідромоторів; ω_1, ω_2 – кутові швидкості валів гідромоторів; $Q_{др.}$ – витрати рідини через дросель (турбулентний рух рідини); K_m – коефіцієнт, який характеризує втрати в магістралі підведення рідини до гідромотора; K_{m2} – коефіцієнт, який характеризує втрати в магістралі підведення рідини до другого гідромотора; λ_m, λ_{m2} – коефіцієнт механічних втрат в гідромоторах; σ_m і $\sigma_{н1}, \sigma_{н2}$ – коефіцієнт перетоків між порожнинами гідромотора і насоса, а також першого і другого гідромотора; I_m, I_{m2} – момент інерції, який враховує інерційні властивості валів гідромоторів, розкидаючих дисків, та решту деталей, які обертаються в даному вузлі; $f_{к.1}$ і $f_{к.2}$ – коефіцієнти тертя кочення; R і R_2 – радіуси розкидаючих дисків; $r_{ц.1}$ і $r_{ц.2}$ – радіус цапфи (валу); $R_{оп.1}$ і $R_{оп.2}$ – реакції в опорах валів.

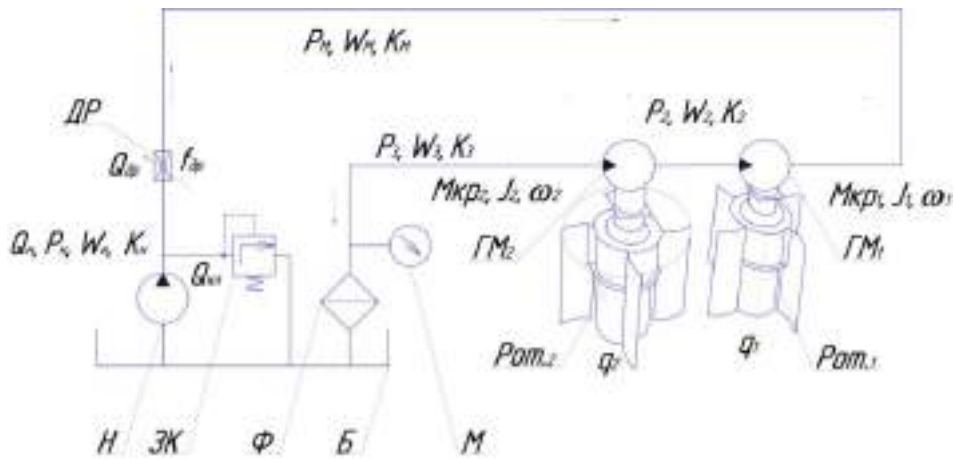


Рис.1. Розрахункова схема гідропривода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії

Спочатку складемо рівняння балансу витрат в напірній магістралі лопатевого живильника навантажувача безперервної дії [3]:

$$Q_{\text{н.}} = Q_{\text{др.}} + Q_{\text{кл.}} + Q_{\text{вт.н.}} + Q_{\text{ст.н.}} \quad (1)$$

де $Q_{\text{вт.н.}}$ – втрати рідини в напірній магістралі, $Q_{\text{ст.н.}}$ – стиснення рідини в напірній магістралі [4].

$$Q_{\text{н.}} = n_{\text{н.}} \cdot q_{\text{н.}} - \sigma_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} \quad (2)$$

де $n_{\text{н.}}$ – швидкість обертання насоса.

$$Q_{\text{др.}} = S_{\text{др.}} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \sqrt{P_{\text{н.}} - P_{\text{м.}}}} \quad (3)$$

де μ – коефіцієнт звуження течії; ρ – густина рідини.

$$Q_{\text{кл.}} = Q_{\text{н.}} - Q_{\text{др.}} \quad (4)$$

$$Q_{\text{вт.н.}} = K_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} \quad (5)$$

$$Q_{\text{ст.н.}} = \frac{W_{\text{н.}}}{E} \frac{dP_{\text{н.}}}{dt} \quad (6)$$

де E – модуль пружності робочої рідини.

Отже дане рівняння матиме вигляд:

$$n_{\text{н.}} \cdot q_{\text{н.}} - \sigma_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} = S_{\text{др.}} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \sqrt{P_{\text{н.}} - P_{\text{м.}}}} + Q_{\text{кл.}} + K_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} + \frac{W_{\text{н.}}}{E} \frac{dP_{\text{н.}}}{dt} \quad (7)$$

Переносимо похідну на ліву сторону за знак дорівнює:

$$-\frac{W_{\text{н.}}}{E} \frac{dP_{\text{н.}}}{dt} = S_{\text{др.}} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \sqrt{P_{\text{н.}} - P_{\text{м.}}}} + Q_{\text{кл.}} + K_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} - n_{\text{н.}} \cdot q_{\text{н.}} - \sigma_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} \quad (8)$$

Помноживши дане рівняння на -1 воно набуде вигляду:

$$\frac{W_{\text{н.}}}{E} \frac{dP_{\text{н.}}}{dt} = S_{\text{др.}} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \sqrt{P_{\text{н.}} - P_{\text{м.}}}} - Q_{\text{кл.}} - K_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} - n_{\text{н.}} \cdot q_{\text{н.}} + \sigma_{\text{н.}} \cdot P_{\text{н.}} \quad (9)$$

Складемо рівняння балансу витрат в підвідній магістралі до першого гідромотора:

$$Q_{др.} = Q_{м.} + Q_{вт.м.} + Q_{ст.м.} \quad (10)$$

де $Q_{вт.м.}$ – втрати рідини в підвідній магістралі до гідромотора;

$Q_{ст.м.}$ – стиснення рідини в підвідній магістралі до гідромотора.

$$Q_{м.} = n_{м.} \cdot q_{м.} - \sigma_{м.} \cdot P_{м.} \quad (11)$$

де $n_{м.}$ – кількість обертів вала гідромотора.

$$Q_{вт.м.} = K_{м.} \cdot P_{м.} \quad (12)$$

$$Q_{ст.м.} = \frac{W_{м.}}{E} \frac{dP_{м.}}{dt} \quad (13)$$

Отже, дане рівняння матиме вигляд:

$$S_{др.} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{P_{н.} - P_{м.}} = n_{м.} \cdot q_{м.} - \sigma_{м.} \cdot P_{м.} + K_{м.} \cdot P_{м.} + \frac{W_{м.}}{E} \frac{dP_{м.}}{dt} \quad (14)$$

Переносимо похідну на ліву сторону за знак дорівнює:

$$-\frac{W_{м.}}{E} \frac{dP_{м.}}{dt} = n_{м.} \cdot q_{м.} - \sigma_{м.} \cdot P_{м.} + K_{м.} \cdot P_{м.} - S_{др.} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{P_{н.} - P_{м.}} \quad (15)$$

Помноживши дане рівняння на -1 воно набуде вигляду:

$$\frac{W_{м.}}{E} \frac{dP_{м.}}{dt} = n_{м.} \cdot q_{м.} + \sigma_{м.} \cdot P_{м.} - K_{м.} \cdot P_{м.} + S_{др.} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{P_{н.} - P_{м.}} \quad (16)$$

Складемо рівняння балансу витрат в підвідній магістралі до другого гідромотора:

$$Q_{м.} = Q_{м2} + Q_{вт.м2} + Q_{ст.м2} \quad (17)$$

де $Q_{вт.м2}$ – втрати рідини в підвідній магістралі до другого гідромотора;

$Q_{ст.м2}$ – стиснення рідини в підвідній магістралі до гідромотора.

$$Q_{м2} = n_{м2.} \cdot q_{м2.} - \sigma_{м2.} \cdot P_{м2.} \quad (18)$$

де $n_{м2.}$ – кількість обертів вала гідромотора.

$$Q_{вт.м2.} = K_{м.} \cdot P_{м.} \quad (19)$$

$$Q_{ст.м2.} = \frac{W_{м.}}{E} \frac{dP_{м.}}{dt} \quad (20)$$

Отже, дане рівняння матиме вигляд:

$$n_{м.} \cdot q_{м.} - \sigma_{м.} \cdot P_{м.} = n_{м2.} \cdot q_{м2.} - \sigma_{м2.} \cdot P_{м2.} + K_{м2.} \cdot P_{м2.} + \frac{W_{м2.}}{E} \frac{dP_{м2.}}{dt} \quad (21)$$

Переносимо похідну на ліву сторону за знак дорівнює:

$$-\frac{W_{м2.}}{E} \frac{dP_{м2.}}{dt} = n_{м2.} \cdot q_{м2.} - \sigma_{м2.} \cdot P_{м2.} + K_{м2.} \cdot P_{м2.} - n_{м.} \cdot q_{м.} - \sigma_{м.} \cdot P_{м.} \quad (22)$$

Помноживши дане рівняння на -1 воно набуде вигляду:

$$\frac{W_{м2.}}{E} \frac{dP_{м2.}}{dt} = n_{м2.} \cdot q_{м2.} - \sigma_{м2.} \cdot P_{м2.} + K_{м2.} \cdot P_{м2.} - n_{м.} \cdot q_{м.} - \sigma_{м.} \cdot P_{м.} \quad (23)$$

Складемо рівняння рух вала першого гідромотора:

$$M_{кр1} = M_{муф} + M_{т.оп.лоп.} + J_1 \quad (24)$$

де $M_{кр1}$ – момент, який створюється на валу гідромотора;

$M_{муф}$ – момент який створюється на з'єднувальній муфті;

$M_{т.оп.лоп.}$ – втрати на тертя в опорах роторів лопатевих живильників;

J_1 – момент сили інерції роторів лопатевих живильників [3].

$$M_{кр1.} = q_{м.} \cdot (P_{м.} - P_{зл.}) - \lambda_{м.} \cdot (P_{м.} - P_{зл.}) \quad (25)$$

де $P_{зл.}$ – тиск в зливній магістралі.

$$M_{\text{муф}} = 0.25 \cdot F_t. \quad (26)$$

$$M_{\text{т.оп.лоп.}} = f_{\text{к.1}} \cdot R_{\text{оп.1}} \cdot r_{\text{ц.1}} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_1}{dt} \quad (27)$$

де *sign* – нелінійна функція, яка змінює знак з +1 на -1 в залежності від знака похідної, що дозволяє задати напрямок тертя в залежності від напрямку обертання вала.

$$J_1 = I_{\text{л.}} \frac{d^2\omega_1}{dt^2} \quad (28)$$

Отже, дане рівняння матиме вигляд:

$$\begin{aligned} q_m \cdot (P_m - P_{\text{зл.}}) - \lambda_m \cdot (P_m - P_{\text{зл.}}) = \\ = 0.25 \cdot F_t + f_{\text{к.1}} \cdot R_{\text{оп.1}} \cdot r_{\text{ц.1}} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_1}{dt} + I_{\text{л.}} \frac{d^2\omega_1}{dt^2} \end{aligned} \quad (29)$$

Переносимо похідну на ліву сторону за знак дорівнює:

$$\begin{aligned} -I_{\text{л.}} \frac{d^2\omega_1}{dt^2} - f_{\text{к.1}} \cdot R_{\text{оп.1}} \cdot r_{\text{ц.1}} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_1}{dt} = \\ = 0.25 \cdot F_t - q_m \cdot (P_m - P_{\text{зл.}}) - \lambda_m \cdot (P_m - P_{\text{зл.}}) \end{aligned} \quad (30)$$

Помноживши дане рівняння на -1 воно набуде вигляду:

$$\begin{aligned} I_{\text{л.}} \frac{d^2\omega_1}{dt^2} + f_{\text{к.1}} \cdot R_{\text{оп.1}} \cdot r_{\text{ц.1}} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_1}{dt} = \\ = 0.25 \cdot F_t + q_m \cdot (P_m - P_{\text{зл.}}) + \lambda_m \cdot (P_m - P_{\text{зл.}}) \end{aligned} \quad (31)$$

Складемо рівняння руху вала другого гідромотора:

$$M_{\text{КР2}} = M_{2\text{муф}} + M_{2\text{т.оп.лоп.}} + J_2 \quad (32)$$

де $M_{\text{КР2}}$ – момент, який створюється на валу гідромотора;
 $M_{2\text{ муф}}$ – момент який створюється на з'єднувальній муфті;
 $M_{2\text{ т.оп.лоп.}}$ – втрати на тертя в опорах ротора лопатевого живильника;
 J_2 – момент сили інерції ротора лопатевого живильника.

$$M_{\text{КР2}} = q_{\text{м2}} \cdot (P_{\text{м2.}} - P_{\text{зл2.}}) - \lambda_{\text{м2}} \cdot (P_{\text{м2.}} - P_{\text{зл2.}}) \quad (33)$$

де $P_{\text{зл2.}}$ – тиск в зливній магістралі другого гідромотора.

$$M_{2\text{ муф}} = 0.25 \cdot F_{t,2} \quad (34)$$

$$M_{2\text{ т.оп.лоп.}} = f_{\text{к.2}} \cdot R_{\text{оп.2}} \cdot r_{\text{ц.2}} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_2}{dt} \quad (35)$$

де *sign* – нелінійна функція, яка змінює знак з +1 на -1 в залежності від знака похідної, що дозволяє задати напрямок тертя в залежності від напрямку обертання вала.

$$J_2 = I_{2\text{л.}} \frac{d^2\omega_2}{dt^2} \quad (36)$$

Отже, дане рівняння матиме вигляд:

$$\begin{aligned} q_{\text{м2}} \cdot (P_{\text{м2.}} - P_{\text{зл2.}}) - \lambda_{\text{м2}} \cdot (P_{\text{м2.}} - P_{\text{зл2.}}) = \\ = 0.25 \cdot F_{t,2} + f_{\text{к.2}} \cdot R_{\text{оп.2}} \cdot r_{\text{ц.2}} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_2}{dt} + I_{2\text{л.}} \frac{d^2\omega_2}{dt^2} \end{aligned} \quad (37)$$

Переносимо похідну на ліву сторону за знак дорівнює:

$$\begin{aligned} -I_{2\text{л.}} \frac{d^2\omega_2}{dt^2} - f_{\text{к.2}} \cdot R_{\text{оп.2}} \cdot r_{\text{ц.2}} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_2}{dt} = \\ = 0.25 \cdot F_{t,2} - q_{\text{м2}} \cdot (P_{\text{м2.}} - P_{\text{зл2.}}) - \lambda_{\text{м2}} \cdot (P_{\text{м2.}} - P_{\text{зл2.}}) \end{aligned} \quad (38)$$

Помноживши дане рівняння на -1 воно набуде вигляду:

$$I_{2л.} \frac{d^2 \omega_2}{dt^2} + f_{к.2} \cdot R_{оп.2} \cdot r_{ц.2} \cdot \text{sign} \frac{d\omega_2}{dt} =$$

$$= 0.25 \cdot F_{t2.} + q_{м2} \cdot (P_{м2.} - P_{зл2.}) + \lambda_{м2} \cdot (P_{м2.} - P_{зл2.}) \quad (39)$$

Висновки. Складена математична модель гідравлічного привода лопатевого живильника навантажувача безперервної дії відповідають вище поданій структурній схемі, і її можна використати в подальшому для математичного обчислення в електронному вигляді в будь-якій електронній обчислювальній програмі.

Список використаної літератури.

1. Зелінська Ю. Дослідження продуктивності лопатевого живильника для картоплі. *Збірник студентських наукових праць «Сільськогосподарські науки»* 2023. № 4(12). С. 447–451.
2. Руткевич В.С. Адаптивний гідравлічний привод блочно-порційного відокремлювача консервованого корму. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. № 4 (99). С. 108–113.
3. 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 *Przeglad Elektrotechniczny*. 2023. Vol. 99 (10). P. 34-38.
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.
5. 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.

Вадим КРИСТОФОРОВ⁴⁵,

студент 1-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ДОБРИВ НА СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

Анотація: Метою досліджень є підвищення врожайності та якості зерна ярого ячменю за допомогою різних систем обробітку ґрунту і внесення

⁴⁵Науковий керівник – Дацюк Д.А., Ph.D., старший викладач кафедри інженерної механіки та технологічних процесів в АПК.

добрив. Урожайність, вміст білка та скловидність ендосперму залежно від умов дослідів мали найбільші значення у варіанті з оранкою та удобреним фоном, найменші – у варіантах із неглибоким обробітком, без осінньої механічної обробки та без добрив. Внесення мінеральних добрив менш ефективно, а використання способу обробітку ґрунту без осінньої механічної обробки під час вирощування ярого ячменю є економічно доцільним.

Ключові слова: ярий ячмінь, обробіток ґрунту, азотні добрива, врожайність, скловидність, білок, натура, рентабельність.

Annotation: The aim of the research is to increase the yield and quality of spring barley grain through various soil tillage systems and fertilizer application. The highest values for yield, protein content, and vitreousness of the endosperm, depending on the experimental conditions, were observed in the option with plowing and fertilized background, while the lowest were recorded in shallow tillage options, without autumn mechanical tillage and without fertilizers. The application of mineral fertilizers was less effective, and the use of a tillage method without autumn mechanical treatment during the cultivation of spring barley is economically viable.

Keywords: spring barley, soil tillage, nitrogen fertilizers, yield, vitreousness, protein, test weight, profitability.

Вступ. У сучасних агротехнологіях вирощування сільськогосподарських культур для реалізації їх продуктивного потенціалу та збереження високої якості продукції необхідний ретельний добір сортів і агроприймів – систем обробітку ґрунту, попередників, оптимізованих систем добрив тощо [1, 2]. Вибір сорту ярого ячменю визначається цілями використання зерна (кормове, круп'яне або пивоварне). Проте використання зерна обмежується певними вимогами. Одними з найважливіших вимог до продовольчого використання є високі показники вмісту білка в зерні та скловидності ендосперму [2-4]. Тому актуальним є вирощування продовольчого сорту ярого ячменю, як завершальної культури у зерно-паровій сівозміні, із застосуванням різних систем обробітку ґрунту та внесенням азотних добрив для отримання підвищеної врожайності зерна з високим вмістом білка та іншими якісними показниками.

Мета дослідження – підвищення врожайності та якості зерна ярого ячменю за допомогою різних систем обробітку ґрунту та внесення добрив.

Завдання дослідження – вивчити елементи структури врожаю ярого ячменю; врожайність зерна, вміст білка, скловидність, натурну масу; рентабельність виробництва залежно від систем обробітку ґрунту та добрив.

Виклад основного матеріалу. Зерно ярого ячменю широко використовується у сільському господарстві як корм для тварин, у пивоварній, а також у харчовій промисловості для виготовлення ячної та перлової крупи й борошна

Ярий ячмінь вирощувався у ланці парозернової сівозміни: чистий пар – озима пшениця – яра пшениця – ярий ячмінь. Ярий ячмінь є холодостійкою культурою, висівався у першій декаді травня, при нормі висіву 5,0 млн схожих насінин на га. Об'єктом дослідження був сорт ячменю ярого «Беркут». Ярий ячмінь «Беркут». Характеристика сорту. Колос циліндричний. Зернівка велика. Маса 1000 зерен – 42-49 г. Середня врожайність у регіоні становить 27,7 ц/га, на рівні стандартних сортів. Сорт середньостиглий, вегетаційний період – 72-84 дні. Посухостійкість на рівні або дещо вище стандарту. Зерно фуражне, харчове. Сорт цінний для отримання ячної та перлової круп.

Варіанти основного обробітку ґрунту в досліджуваній сівозміні:

Оранка: обробіток ґрунту складався з луцення на 6-8 см після збирання попередника та оранки на 20-22 см під пар.

Мілкий обробіток: включав луцення ґрунту на 6-8 см після збирання попередника та безвідвальне розпушування на 10-12 см під зернові колосові культури і пар.

Без механічного обробітку: восени ґрунт не обробляли, після збирання попередника застосовувався гербіцид суцільної дії «Торнадо» у дозі 3 л/га. Навесні здійснювався прями́й посів культур [12].

До традиційних прийомів відтворення родючості ґрунту належить внесення мінеральних добрив. Під час сівби вносилися аміачна селітра, N30 діючої речовини. Розрахунок доз добрив проводили залежно від рівня вмісту азоту в ґрунті та на плановий урожай [13]. У фазі куцїння ярого ячменю на всіх варіантах досліду проти однорічних дводольних бур'янів застосовувався гербіцид Прима в дозі 500 мл/га.

Скловидними зернами називають ті, які слабо заломлюють промені світла і тому при просвічуванні прозорі. Злам таких зерен схожий на злам скла. Мучнисті зерна при розгляді на світ непрозорі, при просвічуванні здаються темними.

Залежно від консистенції, зерно поділяють на скловидне — зерно повністю просвічувалося, напівскловидне або частково скловидне — зерно просвічувалося частково, та мучнисте — зерно не просвічувалося зовсім. Скловидність ярого ячменю характеризували показником, вираженим у відсотках відносно 100 зерен [10, 12].

Відбір рослин для проведення біохімічних досліджень проводився згідно з методом відбору середніх проб [13].

Результати досліджень. Вивчення систем обробітку ґрунту, внесення добрив та їх впливу на елементи структури врожаю, такі як кількість рослин, стебел, колосків, їх висота та маса зерна з головного колосу, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Елементи структури врожаю ярого ячменю залежно від систем обробітку ґрунту і добрив

Варіанти обробітку	Фон мінерального живлення	Кількість рослин шт./ м ²	Кількість стеблин шт./ м ²	Кількість колосків шт./ м ²	Висотка рослин, см	Маса зерна з головного колоса
Оранка	Без добрив	473	664	657	59,0	0,87
	З добривами	485	691	660	61,2	0,93
Середнє значення для оранки		479	677	658	61,2	0,90
Мілкий обробіток	Без добрив	469	662	655	57,5	0,87
	З добривами	481	679	661	60,8	0,90
Середнє значення для мілкового обробітку		475	670	613	59,2	0,89
Без осіннього обробітку	Без добрив	468	663	651	57,8	0,89
	З добривами	480	682	663	61,3	0,91
Середнє значення без осіннього обробітку		474	672	657	59,6	0,94
Середнє значення без внесення добрив		470	663	654	58,1	0,88
Середнє значення з внесенням добрив		482	684	662	61,8	0,91
Коефіцієнт кореляції		21	18	23	12	12

Результати досліджень показали, що найбільше значення мають такі показники, як кількість рослин і стебел, їх висота, маса зерна з головного колосу, отримані у варіантах із оранкою та на удобреному фоні. Ці показники перевищують середні значення на удобреному фоні, досягаючи 2,2-2,5%. Кількість колосків була найбільшою у варіанті без осіннього механічного обробітку ґрунту на удобреному фоні та перевищувала середні значення на незначну величину [13,14]. При аналізі впливу способу обробітку ґрунту, оранка мала найбільший вплив на кількість рослин і стебел, а також на кількість колосків, тоді як варіант без осіннього механічного обробітку – на висоту рослин і масу зерна з головного колосу.

Застосування добрив сприяло збільшенню значень усіх показників елементів структури врожаю, досягаючи найбільших значень для кількості рослин і стебел на 2,6-3,2%.

Таким чином, спосіб обробітку ґрунту (оранка, мілкий обробіток і без осіннього механічного обробітку), а також застосування азотних добрив у кількості діючої речовини N30 позитивно вплинуло на досліджувані елементи структури врожаю ярого ячменю, збільшуючи показники до 2,2-3,2%.

Вплив систем обробітку ґрунту і добрив на врожайність, вміст білка та скловидність зерна, натурну масу зерна і рентабельність виробництва ярого ячменю представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Врожайність, вміст білка та скловидність зерна, натура зерна і рентабельність ярого ячменю залежно від систем обробітку ґрунту і добрив

Варіанти обробітку	Фон мінерального живлення	Врожайність, т/га	Білок, %	Скловидність, %	Натура зерна, г/л	Рентабельність, %
Оранка	Без добрив	2,26	13,6	57	690	69
	З добривами	2,96	14,4	68	694	59
Середнє значення для оранки		2,61	14,0	63	692	64
Мілкий обробіток	Без добрив	2,17	13,2	51	688	76
	З добривами	2,75	14,2	65	693	64
Середнє значення для мілкового обробітку		2,46	13,7	58	690	71
Без осіннього обробітку	Без добрив	2,08	13,2	52	688	84
	З добривами	2,75	13,9	65	690	75
Середнє значення без осіннього обробітку		2,42	13,6	29	689	80
Середнє значення без внесення добрив		2,17	13,3	63	689	76
Середнє значення з внесенням добрив		2,82	14,2	66	692	66
Коефіцієнт кореляції		14	8	11	18	-

Значення таких показників, як урожайність, вміст білка та скловидність, залежно від умов досліду розподілилися таким чином: найбільші показники спостерігалися у варіанті з оранкою на удобреному фоні, а найменші – у варіантах з мілким обробітком, без осіннього механічного обробітку та без добрив. Натурна маса зерна, визначена залежно від систем обробітку ґрунту та добрив, мала близькі значення, змінюючись незначно [13,15].

Рівень рентабельності виробництва зерна ярого ячменю при застосуванні систем обробітку ґрунту – оранка та мінеральних добрив – знизився на 11 і 15% відповідно, у порівнянні з варіантом без осіннього механічного обробітку та без добрив. Таким чином, внесення мінеральних добрив є менш ефективним, а використання способу обробітку ґрунту без осіннього механічного обробітку при вирощуванні ярого ячменю є економічно доцільним.

Висновки. Проведені дослідження впливу систем обробітку ґрунту – оранка, мілкий обробіток і без осіннього механічного обробітку з внесенням азотних добрив N30 діючої речовини в ланці зернопарової сівозміни пар – озима пшениця – яра пшениця – ярий ячмінь на посівах ячменю сорту «Беркут» свідчать про позитивний вплив на елементи структури врожаю. Такі показники, як кількість рослин і стебел, їх висота, маса зерна з головного колоса, збільшили значення на 2,2-3,2% у варіантах з оранкою та внесенням добрив порівняно з варіантами без осіннього механічного обробітку та без добрив.

Показники врожайності, вмісту білка та скловидності були найвищими у варіанті з оранкою на удобреному фоні, а найнижчими – у варіантах з мілким обробітком, без осіннього механічного обробітку та без добрив. Натурна маса

зерна, визначена залежно від систем обробітку ґрунту і добрив, мала близькі значення, змінюючись незначно.

Рівень рентабельності виробництва зерна ярого ячменю при застосуванні систем обробітку ґрунту – оранка та мінеральні добрива – знизився на 11 і 15% відповідно порівняно з варіантами без осіннього механічного обробітку та без добрив. Таким чином, внесення мінеральних добрив є менш ефективним, а використання способу обробітку ґрунту без осіннього механічного обробітку при вирощуванні ярого ячменю є економічно доцільним.

Список використаних джерел

1. Аймов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва. Підручник, 1995. 344 с.
2. Аксьонов Ігор Вікторович. Практикум по землеробству. Зап: ЗДУ, 2001. 44с.
3. Бугай С.М., Савченко І.М. Рослинництво. Вища школа. К.; 1996.342с.
4. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яшовський І.В. і ін. Наукові основи ведення зернового господарства. К.: Урожай, 1994. 336 с.
5. Харченко Олег Васильович Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур.- Суми: Університетська книга, 1999. 244с.
6. Русанов, В. Відмінності в агротехніці вирощування кормового пивоварного ячменю. В. Русанов. Агроном. 2011. 1. С. 87-87.
7. Озимий ріпак, озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза(Київська обл., Полтавська обл., Хмельницька обл.). Технологічні карти здійснення агрозаходів. Агроном. 2010. 3. С. 80-113.
8. Поліщук І. С. Продуктивність сортів ячменю ярого в умовах правобережного Лісостепу України / І. С. Поліщук, В. Д. Паламарчук, О. М. Колісник. Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. 2008. 35. С. 47-62.
9. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Вип. 74. Ч.1 : Агрономія / [редкол.: А. Ф. Головчук (відп. ред.) та ін.]. Умань, 2010. 370.
10. Кононенко, Ю. М. Поліморфізм вірулентності збудника борошністості ячменю та джерела стійкості до патогена в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 06.01.11-фітопатолог я / Ю. М. Кононенко; [кер. роботи М. П. Лісовий]; НУБІП України. К., 2009.- 20 с.
11. Обґрунтувати зональні екологічно безпечні системи управління фітосанітарним станом агроценозів зернових культур в Східному Лісостепу України: заключний звіт про науково-дослідну роботу по завданню 15.01.02.09 Ф (2011–2015 рр.). Харків, 2015. 66 с.
12. Суденко В.Ю. Посівні якості та врожайність насіння пшениці м'якої ярої залежно від передпосівної обробки протруйниками та мікродобривами. Миронівський вісник. Київ, 2016. Вип. 3. С. 160–166.
13. Сторчоус І. Протруювання насіння – основний захід для контролю хвороб. *Пропозиція*. 2013. № 9. С. 78–81.

14. Безпалько В.В., Буряк Ю.І. Вплив передпосівної обробки на урожайність і посівні якості насіння ячменю ярого. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. Харків, 2012. Вип. 13. С. 36–42.

Олександр ФРАНЧУК⁴⁶

студент 4 курсу,
інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

***Анотація.** В роботі досліджено методи та засоби діагностування трансформаторного обладнання, які останнім часом набувають все більшої актуальності, скільки забезпечують можливість оперативного визначення технічного стану, планування строків ремонту, визначення можливості подальшої експлуатації трансформаторного обладнання. Здійснено оцінку різних видів діагностування та діагностичної цінності методів контролю процесів, які призводять до пошкоджень трансформатора.*

***Ключові слова:** трансформатор, діагностування; дефект; технічний огляд, ремонт.*

***Annotation.** The work examines the methods and means of diagnosing transformer equipment, which have recently become more and more relevant, as they provide the possibility of prompt determination of the technical condition, planning of repair periods, and determination of the possibility of further operation of transformer equipment. An assessment of various types of diagnostics and the diagnostic value of methods of controlling processes that lead to transformer damage was carried out.*

***Key words:** transformer, diagnostics; defect; technical inspection, repair.*

***Вступ.** Останнім часом стає актуальним проведення комплексного дослідження трансформаторного обладнання (ТО) з метою оцінювання його технічного стану, при плануванні строків ремонту, можливості подальшої експлуатації. Усі ці аспекти були викладені в матеріалах семінару “Сучасні рішення в проектуванні, будівництві і експлуатації електричних мереж”. При діагностиці трансформаторного обладнання важливим є опис можливих дефектів у системі високоінформативних показників. Використання неінформативних показників виявляється не тільки не корисним, викликаючи необґрунтовані витрати на їх вимірювання, але й знижує ефективність самого процесу діагностики, що приводить до прийняття помилкових рішень під час*

⁴⁶Науковий керівник Граняк В. Ф., зав.кафедри, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

оцінювання технічного стану.

Результати досліджень. Один з головних принципів технічної діагностики – діагностична цінність ознаки, що визначається інформацією, яка вноситься ознакою в систему станів (діагнозів). У зв'язку з цим вірне формування множини ознак та їх сукупностей є основою для визначення технічного стану обладнання та прийняття рішень про його подальшу експлуатацію [1].

Сьогодні технічний стан трансформаторів оцінюється великою кількістю нормованих параметрів. При цьому сутність принципу контролю технічного стану полягає в перевірці відповідності ознак вимогам діючого нормативного документу. Однак просте використання всієї інформації, що надходить при оцінюванні технічного стану трансформаторів, може призводити до непорозумінь, оскільки рівень інформації, яка отримується під час вимірювання того чи іншого параметра, нерідко вважають більш високим, ніж це є в реальності [2].

Згідно з теорією інформації, один з найбільш об'єктивних показників, що дозволяють чисельно оцінити корисність (інформативність) отриманої ознаки – діагностична цінність. При наявності статистичних даних цей показник являє собою чисельну оцінку інформації про стан обладнання, яка входить до інтервалу значень параметра, що вимірюється.

Треба окремо відзначити, що під час аналізу діагностичної цінності тієї чи іншої ознаки принципово важливе значення мають такі аспекти [3]:

- чи є показник, що контролюється, функцією фізико-хімічного стану ізоляції або він відстежує супутні зміни при розвитку процесів, які призводять до пошкоджень;

- наявність точної монотонності безперервного коливання величини вимірювального параметра в часі при розвитку дефекта, який ним характеризується;

Виконання чи невиконання даних умов визначає вид діагностичної цінності (наявність детермінованої або випадкової діагностичної цінності) у тих ознак, які використовуються.

Таблиця 1

Види діагностичної цінності методів контролю

Метод контролю	Аналізуємий процес	Вид діагностичної цінності
1	2	3
Хроматографічний аналіз газів, розчинених у маслі	Перегрів струмоведучих з'єднань і елементів конструкції внутрішньої ізоляції, електричний розряд у маслі	Супутній показник фізико-хімічного розпаду ізоляції. Монотонність зміни у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.
Вимірювання ступеня полімеризації паперової ізоляції	Знос паперової ізоляції	Функція фізико-хімічного розпаду ізоляції. Монотонність зміни у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.

Таблиця 1 (Продовження)

1	2	3
Вимірювання каламутності масла	Колоїднодисперсні процеси у високовольтних герметичних вводах	Функція фізико-хімічного стану колоїднодисперсної системи. Монотонність у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.
Вимірювання поверхневого натягу	Старіння масла	Функція полярності рідини. Монотонність у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.
ІЧ-спектрометрія	Старіння масла	Супутній показник наявності продуктів старіння масла. Монотонність у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.
Тепловізійний контроль	Локальні зони перегріву	Супутній показник теплового стану трансформатора і струмоведучих частин. Монотонність у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.
Вимірювання часткових розрядів	Іонізаційні процеси в ізоляції	Супутній показник фізико-хімічного розпаду ізоляції. Відсутність монотонності зміни у часі при розвитку процесу. Випадкова діагностична цінність.
Вимірювання опору короткого замикання	Деформація обмоток	Супутній показник зміни геометрії обмоток. Монотонність у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.
Метод низьковольтних імпульсів	Деформація обмоток	Супутній показник зміни геометрії обмоток. Монотонність у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.
Визначення зусиль пресовки обмоток трансформатора по частоті особистих коливань системи пресовки при зовнішній імпульсній механічній дії	Розпресовка обмоток	Супутній показник ступеня пресовки обмоток. Монотонність у часі при розвитку процесу. Детермінована діагностична цінність.

У таблиці 1 наведено оцінку виду діагностичної цінності методів контролю процесів, які призводять до пошкоджень трансформатора. Треба відзначити, що ознаки з випадковою діагностичною цінністю, яка визначається відсутністю монотонності зміни значень при розвитку процесу, що ними контролюється, не можуть бути використані для прийняття рішень про стан обладнання, а тільки в деяких випадках можуть свідчити про необхідність більш детального дослідження

Засоби проведення діагностики трансформаторного обладнання шостим виданням документу [4], що видано у 1998 році, разом з традиційними випробуваннями, які позитивно зарекомендували себе за багато років, уведені

нові, зокрема, хроматографічний аналіз розчинених газів у маслі, оцінка стану паперової ізоляції обмоток по наявності фуранових сполучень у маслі, по ступеню полімеризації, а також відносно не новий засіб тепловізійного контролю електрообладнання.

Хроматографічний аналіз розчинених газів у маслі (ХАРГ). Оцінювання стану та визначення характеру можливих дефектів по ХАРГ проводяться згідно з документом [5].

У Україні накопичено достатньо великий досвід ефективного застосування ХАРГ і сьогодні вже розроблена нова редакція “Методических указаний...”, яка базується на досвіді створення вже діючого документа, який оснований на результатах розкриття та виявлення дефектів біля 200 трансформаторів з використанням ХАРГ; на даних десятирічного позитивного застосування з обліком відгуків і пропозицій, отриманих від енергопідприємств; на працях “Укренерго” по дослідженню трансформаторів за період від 1996 по 1998 роки (понад 200 одиниць трансформаторного обладнання, в тому числі високовольтні вводи), пошкодженості високовольтних ввідів за даними заводу «УкрЕЛКОМ» і досвіді АТ «Вінницяобленерго».

В новій редакції уточнено граничні концентрації газів, запропоновано методику визначення прогресуючого дефекту графічним засобом з використанням номограм, розроблено разом з заводом «Вінницяобленерго» розділ по діагностиці прогресуючих дефектів у високовольтних вводах трансформаторів за результатами ХАРГ.

Треба відзначити, що при виявленні та оцінюванні розвитку за допомогою ХАРГ таких дефектів силових трансформаторів, як електричні розряди в маслі, перегріву в струмоведучих з'єднаннях і елементах конструкції остова, разом з ознаками, які мають незалежну детерміновану діагностичну цінність (концентрації водню, метану, етану, етилену й ацетилену), використовуються ознаки з умовною діагностичною цінністю (відношення концентрацій різних пар названих газів, швидкість зростання концентрації газів, відношення концентрацій оксиду й діоксиду вуглецю).

У 1986 році ХАРГ був запропонований як контрольний метод для ввідів і призначався головним чином для виявлення пошкоджень у масляному каналі ввідів, залитих маслом марки Т-750. З 1998 року інтерпретація результатів ХАРГ і відбраковка ввідів регламентується у відповідності з протиаварійним циркуляром Ц-06-98. Однак спроба зменшити ступінь ушкодження провідів, використовуючи ХАРГ, не призвела до суттєвого зменшення їх відмов, але значно підвищила затрати труда на обслуговування й викликала ризик додаткового зниження надійності через частини відбирання масла та, відповідно, його підкачки.

Зокрема, дані заводу «УкрЕЛКОМ» та інших свідчать про те, що пошкодження ввідів чинились при нормальних показниках ХАРГ, отриманих незадовго до аварії. При цьому дослідження фізико-хімічних процесів у герметичних вводах трансформаторів і досвід експлуатації вказують на те, що відбраковка ввідів по вмісту водня й суми вуглецевих газів у відповідності з

нормованими в циркулярі Ц-06-98 відверто необґрунтована.

Разом з тим ті ж дослідження ізоляції, досвід експлуатації, результати розкриття введів на заводі “Укрелектроапарат”, оцінювання діагностичної цінності ХАРГ з урахуванням результатів досліджень понад 600 введів, та дані діагностики, що отримані в «Хмельницькобленерго», дозволяють стверджувати, що за допомогою ХАРГ у високовольтних герметичних вводах трансформаторів можна відшукати пошкодження контактних з’єднань, проявлення гострих країв деталей, послаблення контактного з’єднання верхньої контактної шпильки й локальні дефекти остова.

При цьому використовуються дві основні діагностичні ознаки: концентрація ацетилену й сума вуглецеводневих газів. Однак при відкладенні осадів (продуктів окисації масла або вимивання компонентів із конструктивних матеріалів) на внутрішній поверхні фарфору та остові, а також у випадку колоїдного старіння масла (появи та росту металомістких колоїдних часток) хроматографічні ознаки відсутні.

Між тим, саме ці дефекти – одна з головних причин пошкоджень високовольтних герметичних введів трансформаторів. Для оцінки їх розвитку у «УкрЕЛКОМ» розроблено і застосовано метод вимірювань каламутності трансформаторного масла, який дозволяє судити про розвиток колоїднодисперсних процесів, що призводять до зниження електричної стійкості масляного каналу.

Застосування оптичної каламутності масла для оцінки стану високовольтних герметичних введів трансформатора. Процес погіршення стану ізоляції високовольтних герметичних введів трансформаторів під дією експлуатаційних факторів, як вказано в [6], пов’язаний з утворенням у трансформаторному маслі металомістких колоїдних часток, у першу чергу нафтенатів міді й заліза. Зростання концентрації й збільшення розмірів колоїдних часток в результаті процесу коагуляції, пов’язаний з наявністю в маслі кислот, смол і мил, призводить до виформовування зон підвищеної концентрації часток у місцях найбільшої напруженості електричного поля та активації процесу седиментації, який призводить до насичення відкладень на внутрішній поверхні нижньої фарфорової кришки. При цьому найбільша роль у зниженні електричної стійкості масляного каналу належить часткам, що мають розміри понад 100 ангстрем.

Розвиток методів контролю стану масляного каналу для виявлення дефектів герметичних високовольтних введів на ранній стадії їх розвитку потребує вести пошук методів і засобів, оснований на дослідженні колоїднодисперсних процесів, що мають місце в трансформаторному маслі при експлуатації. Застосування оптичних методів, оснований на явищі розсіювання малими частками (Релеєвське розсіювання), є універсальним і ефективним засобом визначення стану колоїднодисперсних систем, який дозволяє визначати кількісні показники, що характеризують наявність колоїдних часток у досліджуваній рідині. За допомогою Релеєвського розсіювання, теорії технічної діагностики і аналізу статистичних даних вимірювань каламутності

трансформаторного масла вводів у роботі отримано чисельну оцінку діагностичної цінності використання даного показника [6].

Тепловізійний контроль трансформаторного обладнання. Цей вид діагностики відносно не новий, хоч масове виробництво приладів тепловізійного контролю – тепловізорів - розвинулось досить недавно. Принцип роботи тепловизора оснований на здатності вловлювати інфрачервоне випромінювання від досліджуваних об'єктів і визначати температуру або перетворювати його у візуальну картину розподілення теплових полів на поверхні об'єктів. Отримана картина називається термограмою й може бути подана як кольоровою, так і чорно-білою, або інвертованою. Оператор бачить термограму в видопошукачу або на моніторі комп'ютера та може визначити температуру в будь-якій точці об'єкта. На практиці іноді навіть невелика різниця в температурах на одному й тому ж об'єкті свідчить про недоліки (недостатній рівень масла у ввіді трансформатора чи погано затягнутий контакт), які можуть серйозно зашкодити виробництву.

В «Вінницяобленерго» надбано досвід пошуку внутрішніх дефектів трансформаторів на основі даних ХАРГ та знайдення їх місця за допомогою тепловизорів. Результати тепловізійного обстеження трансформаторів на основі ХАРГ поділяються на три групи.

До першої відносяться випадки, коли за допомогою тепловизора вдається знайти чітко помітні локальні нагриви на стінках баку трансформатора. Розкриття вказує, що стається це із-за пошкодження ізоляції шпилек, обриву шин заземлення та ряду інших причин.

Друга група об'єднує результати обстеження випадків, коли навіть при діагностуванні по даним ХАРГ термічного дефекту високої температури (понад 700° С) не вдається знайти локальний нагрів на стінці баку трансформатора. Це пояснюється відсутністю проекції точки нагріву на стінку баку. На жаль, на сьогодні не існує методів однозначного визначення таких дефектів.

Третя група – це дефекти, зумовлені конструктивними особливостями трансформаторів.

Тепловізійне обстеження використовується для виявлення локальних нагрівів баків трансформаторів вже при появі газів, характерних для нагріву масла і ізоляції. Тим більш це обстеження необхідно при діагностуванні термічних пошкоджень по результатам ХАРГ. Тепловізійне обстеження трансформаторів ефективно доповнює діагностики ультразвуком та ХАРГ, а також традиційні методи електричних випробувань трансформаторів.

Висновки. Досліджено методи та засоби діагностування трансформаторного обладнання, які останнім часом набувають все більшої актуальності, скільки забезпечують можливість оперативного визначення технічного стану, планування строків ремонту, визначення можливості

подальшої експлуатації трансформаторного обладнання. Здійснено оцінку різних видів діагностування та діагностичної цінності методів контролю процесів, які призводять до пошкоджень трансформатора.

Список використаних джерел

1. Войтюк В. Д. Теоретичне обґрунтування об'єктів і засобів діагностування при їх сертифікації: монографія. Київ: Центр учбової літератури, 2022. 264 с.
2. Яременко В. В., Черниш О. М. Методологія технічного діагностування сільськогосподарської техніки за граничним станом: монографія. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 605 с.
3. Panchal D., Ram M., Chatterjee P, Sachdeva A. K. Industrial Reliability and Safety Engineering: Applications and Practices. CRC Press, 2023. 480 p.
4. ISO 13374:1998. Condition monitoring and diagnostics of machines. Data processing, communication and presentation [Released: 07.1998] ISO/TC 108/SC 5 Condition monitoring and diagnostics of machine systems, 1998. 70 p.
5. Talas P., Toom P. Dynamic measurement and analysis of air gap variations in large hydroelectric generators. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*. 2013. Vol. PAS-102, Issue 9. P. 3098-3106. DOI: 10.1109/TPAS.1983.318116
6. Діагностування тягових електродвигунів за нерівномірністю обертання якоря / Боднар Б. Є., Очкасов О. Б., Черняєв Д. В., Шевченко Я. І. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна*. 2013. №3 (45). 13–21. DOI: 10.15802/stp2013/14793.

Іван НАГОРНЯК⁴⁷,

Студент 4-го курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ ШНЕКОВИМ ПРЕСОМ

Анотація. У статті розглядаються економічні аспекти виробництва олії за допомогою преса МПШ-130. Аналізується продуктивність обладнання, витрати на сировину, енергоефективність та фактори, що впливають на загальну рентабельність процесу. Приділяється увага технологічним особливостям використання МПШ-130. Обговорюється можливість підвищення економічної ефективності за рахунок оптимізації технологічного процесу.

Ключові слова. Прес, олія, макуха, сировина, прибуток.

⁴⁷Науковий керівник – Анісімов В.Ф. д.т.н., професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

Annotation. The article discusses the economic aspects of oil production using the SOP-130 press. Equipment performance, raw material costs, energy efficiency, and factors affecting the overall profitability of the process are analyzed. Attention is paid to the technological features of using SOP-130. The possibility of increasing economic efficiency due to optimization of the technological process is discussed.

Key words. Press, oil, cake, raw materials, profit.

Вступ. Шнекові преси є ефективним обладнанням для виробництва рослинних олій, зокрема ріпакової олії. В цій статті ми проаналізуємо економічну доцільність виробництва ріпакової олії шнековим пресом, використовуючи дані щодо вартості сировини та електроенергії в залежності від часу доби.

Виклад основного матеріалу. Прес МПШ-130 (рис. 1) виробництва фірми "Лаврін" — це сучасний шнековий прес, який використовується для отримання рослинних олій холодним віджиманням з насіння практично будь-якої олійної культури, що мають олійність не менше ніж п'ятнадцять відсотків. Цей прес відзначається високою ефективністю та економічністю, що робить його популярним серед виробників [1].

Високоякісну олію можна отримувати за допомогою преса для віджиму олії з льону, ріпаку, гірчиці, рицини, ріпаку, редьки, кукурудзи та іншої сировини.



Рис. 1. Шнековий прес МПШ-130

1) Редуктор, 2) Електроциток, 3) Бункер, 4) Робоча частина, 5) Станина, 6) Пасова передача, 7) Електродвигун.

Принцип роботи шнекового маслопресу базується на використанні механічного тиску для віджиму олії з насіння або рослинної сировини [2].

Ось основні етапи його роботи:

Подача сировини. Сировина (будь-яке насіння) подається до робочої частини (рис. 2) шнекового маслопресу з бункера.

Стиснення та перемішування. Сировина потрапляє у міжшнековий простір, де шнек обертається, що призводить до стиснення та перемішування сировини.

Формування пастоподібної маси. Внаслідок обертання шнекового вала сировина перетворюється на пастоподібну масу, в якій олія знаходиться у вигляді емульсії.

Віджим олії. Під час руху маси у камері підвищеного тиску відбувається відокремлення олії від макухи (залишкової маси).

Видалення олії. Олія виходить крізь технологічний отвір, а макуха відправляється через бункер на транспортер .

Збір та очищення. Олію збирають у відповідну ємність для подальшого очищення та переробки, а макуху можуть використовувати як корм для тварин або для виробництва біопалива.

Основною частиною маслопресу ММШ 130 можна назвати зеєрний прес (рис. 2), який виготовляється з високоміцного, надійного, зносостійкого, нержавіючого сплаву.

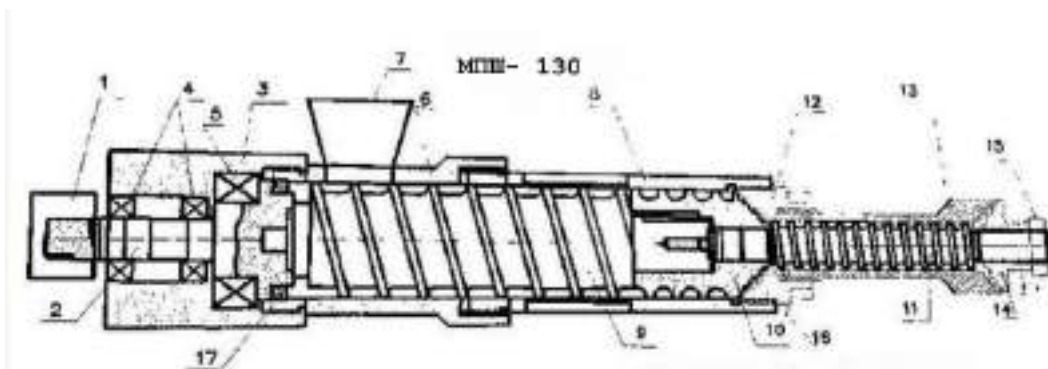


Рис. 2. Робоча частина, зеєрний прес, шнекового преса ММШ-130

- 1) Муфта, 2) Вал підшипника, 3) Корпус підшипника, 4, 5) Підшипник, 6) Прийомник, 7) Бункер, 8) Зеєрний циліндр, 9) Шнек, 10) Віджимна змінна головка, 11) Дожимний шнек, 12) Запираюча гайка, 13) Малий зеєрний циліндр, 14) Конусна гайка, 15, 16) Контргайка, 17) Манжета.

Принцип роботи шнекового маслопресу дозволяє отримувати олію високої якості з різних видів сировини та виробляти натуральні рослинні олії без використання хімічних розчинників або теплової обробки. Хоча обладнання цього типу може передбачати застосування методу гарячого, а не тільки холодного віджиму.

У нашому випадку досліджуваною сировиною є ріпак.

Ріпакова олія — це рослинна олія, отримана з насіння ріпаку. Вона має

великий попит на ринку завдяки своїм поживним властивостям, універсальності застосування та відносно низькій вартості виробництва [3].

Ріпакова олія багата на ненасичені жирні кислоти, зокрема омега-3 та омега-6, що робить її корисною для здоров'я серцево-судинної системи. Завдяки низькому вмісту насичених жирів ріпакова олія вважається більш здоровою альтернативою іншим видам олій.

Використовується для приготування салатів, випічки, смаження. Через високий вміст корисних жирних кислот вона популярна у виробництві маргарину та кулінарних жирів.

Також ця олія застосовується у виробництві біопалива, мастил та інших промислових продуктів. Високий вміст олеїнової кислоти робить її підходящою для виробництва мастильних матеріалів.

Одним із важливих факторів використання ріпакової олії є її екологічність, оскільки вона є біорозкладною і може використовуватися для виробництва біодизеля, що зменшує викиди шкідливих речовин у атмосферу.

Переваги ріпакової олії:

– Високий вміст корисних речовин. Олія є джерелом вітамінів Е і К, а також корисних жирних кислот.

– Висока температура горіння. Ріпакова олія має високу точку димоутворення (приблизно 204°C), що робить її придатною для смаження та інших кулінарних процесів.

– Завдяки універсальності ріпакова олія використовується не лише в харчовій, але й у промисловій галузі, що підвищує її комерційну цінність.

Недоліки:

– Наявність ерукової кислоти. У деяких старих сортів ріпаку вміст ерукової кислоти був високим, що робило олію менш придатною для вживання. Сучасні сорти ріпаку вирощуються з низьким вмістом цієї кислоти, що значно покращує якість продукту.

– Окислення. Ріпакова олія має схильність до швидкого окислення, що скорочує термін її зберігання. Тому важливо зберігати її в темних і прохолодних місцях.

Ріпакова олія стає все більш популярною завдяки своїм корисним властивостям і широкому застосуванню в різних галузях. Завдяки рентабельності виробництва та високому попиту вона залишається важливою частиною ринку

рослинних олій.

Основні показники виробництва. У лабораторії ВНАУ було проведено випробування шнекового пресу ПМШ-130 із використанням ріпаку в ролі сировини. Було визначено продуктивність преса, вихід олії та побічної продукції. Всі вихідні дані для подальшого розрахунку приведено у Таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку

Параметр	Значення
Тип сировини	Ріпак
Ціна сировини, с	20 000 грн
Продуктивність преса, N	60 кг/год
Вихід олії, $r_{ол}$	35%
Вихід фузу, $r_{фуз}$	3%
Вихід макухи, $r_{мак}$	62%
Ціна олії, $p_{ол}$	60 грн/л
Густина олії, ρ	0,92 кг/л
Ціна макухи, $p_{мак}$	6 000 грн/тонну
Потужність преса, P	7,5 кВт
Тарифи на електроенергію [4]:	
з 00:00 до 07:00 та з 11:00 до 17:00	5,6 грн/кВт·год
з 07:00 до 11:00 та з 23:00 до 24:00	6,9 грн/кВт·год

Розрахунки:

1. Виробництво олії та побічних продуктів:

При продуктивності $N = 60$ кг/год вихід готової продукції $M_{ол}$ становить:

Олія:

$$M_{ол} = \frac{N}{r_{ол}} = \frac{60}{35\%} = 21 \text{ кг.} \quad (1)$$

Отже, вихід олії в літрах $V_{ол}$, якщо густина $\rho = 0,92 \frac{\text{кг}}{\text{л}}$ (див. табл 1)

дорівнює :

$$V_{ол} = \frac{21 \text{ кг}}{\rho} = \frac{21 \text{ кг}}{0,92 \text{ л}} = 22,83 \text{ л} \quad (2)$$

2) Фуз, $M_{ф}$:

$$M_{ф} = N \cdot r_{фуз} = 60 \text{ кг} \cdot 3\% = 1,8 \text{ кг} \quad (3)$$

3) Макуха, $M_{мак}$:

$$M_{мак} = N \cdot r_{мак} = 60 \text{ кг} \cdot 62\% = 37,2 \text{ кг} \quad (4)$$

2. Дохід від продажу за годину E :

1) Олія, $E_{ол}$ якщо ціна – 60 грн/л

$$E_{ол} = V_{ол} \cdot 60 \frac{\text{грн}}{\text{л}} = 22,83 \text{ л} \cdot 60 \frac{\text{грн}}{\text{л}} = 1\,369,8 \text{ грн/год} \quad (5)$$

2) Макуха, $E_{мак}$, якщо ціна – 6 000 грн/тонна:

$$E_{мак} = M_{мак} \cdot 6000 \frac{\text{грн}}{\text{т}} = 37,2 \text{ кг} \cdot 6\,000 \text{ грн} = 222,2 \text{ грн/год} \quad (6)$$

Загальний дохід за годину $E_{заг/год}$:

$$E_{\text{заг/год}} = E_{\text{ол}} + E_{\text{мак}} = 1\,369,8 \text{ грн} + 223,2 \text{ грн} = 1\,593 \text{ грн/год} \quad (7)$$

Тоді, дохід за зміну (8 годин) дорівнює:

$$E_{\text{заг/зм}} = E_{\text{заг/год}} \cdot 8 = 1\,593 \cdot 8 = 12\,744 \text{ грн/зм} \quad (8)$$

3. Витрати, Y :

Сировина (60 кг = 0,06 тонни) Y_c , якщо ціна – 20 000 грн/тонн:

$$Y_c = 0,06 \text{ т} \cdot 20\,000 \text{ грн} = 1\,200 \text{ грн/год} \quad (9)$$

Витрати за зміну Y_z :

$$Y_{\text{зм}} = Y_c \cdot 8 = 1\,200 \frac{\text{грн}}{\text{год}} \cdot 8 \text{ год} = 9\,600 \text{ грн} \quad (10)$$

Електроенергія (з урахуванням тарифів) E :

1) 5 годин за тарифом 5,6 грн/кВт·год E_1 :

$$T_1 = P \cdot 5,6 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}} = 7,5 \text{ кВт} \cdot 5,6 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}} \cdot \text{год} = 42 \frac{\text{грн}}{\text{год}} \quad (11)$$

5 годин робочої зміни припадає на перший тариф, тому:

$$T_{1 \text{ зм}} \cdot 5 \text{ год} = 42 \frac{\text{грн}}{\text{год}} \cdot 5 \text{ год} = 210 \text{ грн} \quad (12)$$

Інші 3 години, E_2 рахуються за другим тарифом - 6,9 грн/кВт·год:

$$T_2 = P \cdot 6,9 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}} = 7,5 \text{ кВт} \cdot 6,9 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}} \cdot \text{год} = 51,75 \text{ грн/год} \quad (13)$$

Тоді, за зміну виходить:

$$T_{2 \text{ зм}} \cdot 3 = 51,75 \frac{\text{грн}}{\text{год}} \cdot 3 \text{ год} = 155,25 \text{ грн} \quad (14)$$

Загальна вартість електроенергії за зміну:

$$T_{\text{заг/зм}} = T_{1 \text{ зм}} + T_{2 \text{ зм}} = 210 \text{ грн} + 155,25 \text{ грн} = 365,25 \text{ грн} \quad (15)$$

4. Чистий прибуток

Чистий прибуток за зміну:

$$E_{\text{чист/зм}} = E_{\text{заг/зм}} - (Y_{\text{зм}} + T_{\text{заг/зм}}) \quad (16)$$

$$12\,744 \text{ грн} - (9\,600 \text{ грн} + 365,25 \text{ грн}) = 2\,778,75 \text{ грн/зміну.}$$

Таблиця 2

Підсумки розрахунків

Показник	За годину	За 8 годин (зміна)
Виробництво олії (л)	22,83 л	182,64 л
Виробництво макухи (кг)	37,2 кг	297,6 кг
Дохід від олії (грн)	1 369,8 грн	10 958,4 грн
Дохід від макухи (грн)	223,2 грн	1 785,6 грн
Загальний дохід (грн)	1 593,0 грн	12 744,0 грн
Витрати на сировину (грн)	1 200 грн	9 600 грн
Витрати на електроенергію (грн)	45,65 грн	365,25 грн
Чистий прибуток (грн)	347,35 грн	2 778,75 грн

Висновок. З урахуванням нового поділу тарифів на електроенергію, чистий прибуток за 8-годинну зміну становить 2 778,75 грн.

Розрахунок електроенергії показує, що витрати залежать від часу доби, тому при плануванні роботи варто звернути увагу на найвигідніші періоди для зниження операційних витрат.

Також ми бачимо, що значну частину витрат виробництва займають витрати на сировину – 9 600 грн за зміну.

Список використаної літератури

1. Лаврін. Веб-сайт. URL: <https://lavrin.com.ua/ua/products/maslopressy/maslopress-shnekovyy-mmsh-130.html> (дата звернення 12.09.2024)
2. Маслопрес шнековий: принцип роботи та використання: Веб-сайт. URL: <https://tan.com.ua/maslopres-shnekoviyy-printsip-roboti-ta-vikoristannya/> (дата звернення 25.09.2024)
3. Ріпакова олія. Веб-сайт. URL: <https://www.unian.ua/economics/energetics/tarifi-na-elektroenergiyu-nkrekr-pidvishchila-cini-dlya-biznesu-12641685.html> (дата звернення 25.09.2024)
4. Ціни на електроенергію. Веб-сайт. URL: <https://www.unian.ua/economics/energetics/tarifi-na-elektroenergiyu-nkrekr-pidvishchila-cini-dlya-biznesu-12641685.html> (дата звернення 25.09.2024)

Олександр ХРУСТІВСЬКИЙ¹,

студент 3-го курсу,

факультет ветеринарної медицини,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна.

ХОЛОДНА ПЛАЗМОТЕРАПІЯ У ВЕТЕРИНАРІЇ

Анотація. Зважаючи на зростання кількості патогенів, стійких до антибіотиків та протигрибкових препаратів у всьому світі, розробка альтернативних методів лікування інфекційних захворювань стає все більш актуальною. Одним із перспективних підходів є терапія з використанням холодної атмосферної плазми (САРР), яка продемонструвала ефективність у лікуванні інфекцій, спричинених стійкими до антибіотиків бактеріальними, вірусними та грибовими патогенами. Окрім того, САРР-терапія може модифікувати та регулювати численні фактори, що сприяють загоєнню ран, що є особливо корисним для пацієнтів із порушеннями загоєння. Хоча цей метод спочатку застосовувався в людській медицині, він стає все більш поширеним у ветеринарії, зокрема через свою безболісність і можливість проведення без седації. Однак, через обмежену кількість досліджень на тваринах, метод все ще залишається маловідомим. У статті наводиться огляд САРР-терапії та практичні приклади її ефективного застосування в лікуванні бактеріальних інфекцій у ветеринарії. Обговорюються можливості та виклики, пов'язані з використанням холодної плазми у ветеринарії, включаючи лікування респіраторних інфекцій, шкірних інфекцій та інфекцій ран, спричинених *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* і *Bacillus subtilis*. Незважаючи на перспективність цього підходу, для повного розуміння його переваг та обмежень потрібні подальші дослідження, зосереджені на оптимізації протоколів лікування та оцінці довгострокових ефектів холодної плазми на здоров'я тварин.

¹Науковий керівник: Колечко А.В., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ

Ключові слова: холодоплазмотерапія, бактеріальні інфекції, ветеринарія, антибіотикорезистентність, загоєння ран.

Annotation. *Given the increasing number of antibiotic- and antifungal-resistant pathogens worldwide, the development of alternative treatment methods for infectious diseases is becoming increasingly important. One promising approach is Cold Atmospheric Pressure Plasma (CAPP) therapy, which has demonstrated efficacy in treating infections caused by antibiotic-resistant bacterial, viral, and fungal pathogens. Additionally, CAPP therapy can modify and regulate multiple factors that promote wound healing, making it particularly beneficial for patients with wound healing disorders. Although initially used in human medicine, this method is becoming more common in veterinary medicine, particularly due to its painless application and the ability to perform it without sedation. However, due to the limited number of animal studies, the technique remains relatively unknown. This article provides an overview of CAPP therapy and practical examples of its effective use in treating bacterial infections in veterinary medicine. It discusses the opportunities and challenges associated with using cold plasma in veterinary settings, including the treatment of respiratory infections, skin infections, and wound infections caused by Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Bacillus cereus, and Bacillus subtilis. Despite the promising potential of this approach, further research is needed to fully understand its benefits and limitations. Future studies should focus on optimizing treatment protocols and assessing the long-term effects of cold plasma therapy on animal health.*

Key words: *cold plasma therapy, bacterial infections, veterinary medicine, antibiotic resistance, wound healing.*

Вступ. Холодна плазмотерапія стає перспективним і безболісним методом лікування інфекцій та прискорення загоєння ран, пропонуючи новий підхід у боротьбі з бактеріями, стійкими до антибіотиків. Незважаючи на те, що холодна плазма під атмосферним тиском (CAPP) демонструє значну ефективність проти мультирезистентних патогенів, важливо зазначити, що ця терапія не усуває основних причин інфекцій і не повинна замінювати клінічний діагноз.

У сфері ветеринарної медицини бактеріальні інфекції становлять значну загрозу для худоби та домашніх тварин, що призводить до суттєвих економічних втрат і загрожує здоров'ю тварин. Цей огляд досліджує інноваційні стратегії боротьби з цими інфекціями, зокрема, із застосуванням технології холодної плазми. Бактеріальні патогени, такі як *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus* spp. і *Actinobacillus* spp. [1], відомі тим, що викликають широкий спектр захворювань у тварин, починаючи від шлунково-кишкових розладів до важких шкірних та тканинних інфекцій.

Антибіотики давно є основним засобом лікування цих інфекцій, широко використовуються в таких процедурах, як обрізання пуповини, купірування хвоста, вакцинація та кастрація, щоб зменшити ризик інфікування. Однак зростання антимікробної резистентності (АМР) стає дедалі серйознішою

проблемою. АМР визнана глобальною кризою Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), що впливає не тільки на здоров'я людей, а й на тваринне населення та навколишнє середовище [2].

Зростаюча поширеність мультирезистентних патогенів і біоплівки у харчових джерелах підкреслює нагальну потребу в нових стратегіях лікування. Оскільки ефективні антибіотики стають менш доступними, як тварини, так і люди стають більш вразливими до інфекцій. У цьому контексті поява технології холодної плазми пропонує перспективну альтернативу в боротьбі проти стійких бактеріальних патогенів і утворення біоплівок [3].

Виклад основного матеріалу. Плазма - четвертий стан матерії, що виникає при зростанні рівня енергії речовини. Вона може бути класифікована за умовами виробництва (низького чи високого тиску) та за типом (термічна або нетеплова). Природними прикладами плазми є блискавки та сонячні спалахи, а штучно її можна створити за допомогою електромагнітного поля [4].

Холодна атмосферна плазма (САР) - особлива форма нетеплової плазми, яка працює при кімнатній температурі і атмосферному тиску. Вона містить реактивні речовини (іони, радикали, збуджені молекули) і використовується в модифікації поверхонь, стерилізації та біомедичних цілях.

САР і матричні металопротеази (ММР) - терапія холодною плазмою може впливати на ММР, що важливо для процесів ремоделювання тканин, загоєння ран, лікування запалень і імунних відповідей. Це робить САР перспективною для ветеринарних застосувань.

Плазма атмосферного тиску (АРР) - плазма, що утворюється при атмосферному тиску, корисна для багатьох промислових застосувань через відсутність необхідності у вакуумних камерах.

САРР-терапія позитивно впливає на загоєння тканин, прискорюючи процес та зменшуючи рубцювання. Хоча механізм дії не повністю зрозумілий, відомо, що САРР впливає на фактори росту, протизапальні сигнальні молекули та шляхи запалення. Спочатку її використовували для лікування ран у постраждалих від опіків, але тепер вона ефективна і в лікуванні інших шкірних інфекцій, особливо там, де присутні мультирезистентні патогени [5][6].

САРР-терапія ефективна в боротьбі з бактеріями, вірусами та грибками, включаючи резистентні штами. Вона має сильну бактеріостатичну дію на MRSA, MRSP, і MRPA, що є поширеними збудниками захворювань шкіри у ветеринарії [7].

Метод генерації холодної плазми (СР) та її склад визначають її використання в різних сферах. В навколишньому середовищі, біології та медицині часто застосовуються методи DBD і плазмовий струмінь. СР містить реактивні агенти, які діють синергетично, і її антимікробні властивості зумовлені електронами, іонами, радикалами, озоном, активними формами кисню (АФК) і азоту (RNS), а також ультрафіолетовим випромінюванням.

Ефективність холодної плазми залежить від кількох факторів: температури, вологості, властивостей об'єкта обробки (вміст вологи, рН), умов обробки (напруга, частота, час обробки) і характеристик самих мікроорганізмів (тип, штам, фаза росту).

CP має складний хімічний склад, і вважається, що численні реактивні агенти сприяють інактивації мікробних мішеней, діючи як окремо, так і в комбінації. У атмосферній плазмі CP присутній широкий спектр реактивних агентів, включаючи електрони, позитивні та негативні іони, вільні радикали, стабільні продукти перетворення, такі як озон, а також збуджені атоми і молекули та УФ-фотони (рис. 1) [8].

Низький рівень рН підвищує ефективність плазми холодного температурного (CP), частково денатуруючи білкові структури та викликаючи витікання клітин. Присутність водяної пари в газовій фазі веде до утворення H₂O₂, потужного окислювача, який викликає загибель клітин шляхом окислення зовнішньої структури клітин.

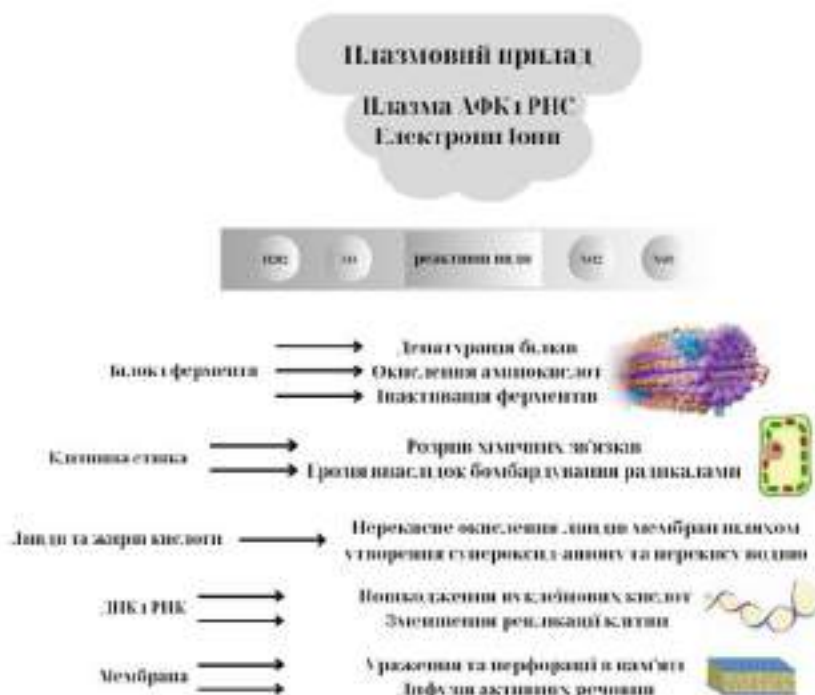


Рис.1. Нанесення холодної плазми на різні ділянки клітин.

CP ефективна для очищення поверхонь та інструментів від шкідливих організмів, що робить її корисною для дезінфекції середовищ для худоби та збереження сільськогосподарських продуктів.

Короткочасна дія CP показала ефективність у нейтралізації мікроорганізмів у закритих просторах, таких як герметичні контейнери та холодильники, що свідчить про її потенціал для збереження сільськогосподарської продукції.

CP успішно нейтралізує певні види мікроміцетів і їх спори, такі як *Cladosporium sphaerospermum*, *Aspergillus oryzae*, *Alternaria species* і *Byssosclamyces nivea*. Вона також може нейтралізувати ендотоксини, ліпіди і пріони, що робить її цінною для санітарії в середовищах для худоби.

СР поліпшує якість води в мікробіологічному, фізичному та хімічному аспектах, що важливо для здоров'я тварин та їх продуктивності. Це питання належить до інфраструктури у тваринництві.

Вплив холодної плазми на структуру бактерій. Холодна плазма (СР) спричиняє руйнування бактерій через пошкодження клітинної мембрани, білків і ДНК. Заряджені частинки в плазмі проникають через клітинну стінку, що веде до розриву хімічних зв'язків, ерозії та утворення ушкоджень [9].

Реактивні кисневі радикали викликають окислювальний стрес, що призводить до ушкодження ліпідів, втрати цитоплазми та білків, а також окислювального пошкодження ДНК, що в кінцевому підсумку призводить до загибелі клітин.

Реакція грампозитивних і грамнегативних бактерій на обробку холодною плазмою. Грам-негативні бактерії більш чутливі до СР через тоншу пептидогліканову оболонку. Грам-позитивні бактерії з товстішою оболонкою менш чутливі до СР, але також зазнають серйозних внутрішніх пошкоджень.

Спротив до СР може залежати від умов росту бактерій. Наприклад, *P. aeruginosa* виявляє більший спротив у ко-культурі, а *E. coli* зазнає ушкоджень через витікання клітинних компонентів, тоді як *S. aureus*, маючи товстіший пептидоглікановий шар, постраждає в основному внаслідок ушкодження внутрішніх компонентів.

Дослідження показують значне зниження числа колоній *Salmonella* після обробки НВАСР, а також зменшення чутливості до антибіотиків у метицилін-резистентних штамів *S. aureus* при обробці холодною атмосферною плазмою [10].

Вплив холодної плазми на бактеріальну біоплівку та МЛР. Холодна плазма (СР) ефективно впливає на біоплівки, які бактерії формують на твердих поверхнях. Біоплівки, що складаються з води, полісахаридів, білків та ДНК, демонструють високу стійкість до антибіотиків та інших зовнішніх впливів. СР може деактивувати як грам-позитивні, так і грам-негативні біоплівки, але її ефективність залежить від структури та складу мікроорганізмів.

СР показує обнадійливі результати у боротьбі з MDR патогенами, такими як "ESKAPE" бактерії [11]. Наприклад, обробка *E. faecalis* та *P. aeruginosa* холодною плазмою призводить до значного зниження колоній на агарових пластинах і зменшення кількості колоній в біоплівках [12].

Дія холодної плазми на спори бактерій. СР є ефективною для інактивації споривих бактерій, таких як *C. botulinum* і *B. cereus*. Основні механізми включають ушкодження ДНК UV-радіацією, ерозію поверхні спор, проникнення в кортик і ушкодження спорової оболонки. СР також руйнує додаткові зовнішні шари спор, що підвищує її ефективність.

Дослідження показують, що різні типи плазми, такі як атмосферна плазма-джет і плазма-сурфейсний бар'єр, можуть впливати на спори бактерій, зокрема *B. subtilis*, з використанням різних параметрів експозиції та складу газів [13].

Дія холодної плазми на шкіру. Холодна плазма (СР) є інноваційним методом лікування хронічних і великих ран. Вона забезпечує селективну

ліквідацію пошкоджених клітин і стимулює ріст нових клітин, завдяки утворенню реактивних кисневих видів (ROS), які усувають хворі клітини без шкоди для здорових.

Основні компоненти СР включають іони, електрони, фотони та електромагнітні поля, які взаємодіють з повітрям, утворюючи реактивні види кисню та азоту (RONS). Це покращує мікроциркуляцію шкіри, стимулює міграцію клітин, зокрема кератиноцитів та фібробластів, та сприяє загоєнню ран.

СР може підвищувати рівень оксиду азоту, що важливо для загоєння ран, управління судинними реакціями та імунними відповідями. Введення донорів NO може пришвидшити процес загоєння.

Дослідження показують, що СР впливає на зменшення тривалості запальних реакцій і прискорює загоєння ран через підвищення експресії ключових генів і виробництво колагену [14]. Випробування на свинях і мишах продемонстрували безпеку та ефективність СР, навіть при високих дозах [15].

Експерименти на собаках та кроликах показали, що СР не викликає значних побічних ефектів і може бути безпечним для шкіри, навіть при тривалих процедурах [16]. Важливо оцінити безпеку СР на живих тканинах і дослідити можливі токсичні ефекти, щоб забезпечити безпечно і ефективно впровадження цієї технології в медичну практику. Комбінація СР і води може покращити ефекти загоєння.

Основне про переваги та обмеження холодної плазми (СР) для лікування бактеріальних захворювань у ветеринарії:

Переваги:

- 1) СР є не термічним процесом, що не викликає термічних пошкоджень тканин, тому її можна використовувати в чутливих зонах, таких як очі чи вуха.
- 2) СР проявляє антимікробні властивості проти широкого спектру бактерій, включаючи стійкі штами. У ветеринарії вона успішно використовується для лікування шкірних та ранових інфекцій.
- 3) СР може бути застосована у вигляді спреїв та місцевих аплікацій, що робить її універсальним лікувальним методом.
- 4) СР не створює небезпечних відходів, що робить її екологічно чистою альтернативою традиційним антибіотикам.

Обмеження:

- 1) Обладнання для СР є дорогим, що може бути перешкодою для деяких ветеринарних практик.
- 2) Немає єдиних стандартів для СР, що ускладнює порівняння ефективності різних пристроїв.
- 3) Хоча СР показала обіцяючі результати, потрібно більше досліджень для повного розуміння її механізму дії та ефективності.
- 4) СР наразі не схвалена регуляторними органами для лікування бактеріальних інфекцій у тварин, що ускладнює її клінічне застосування.

Висновки. *Перспективи для майбутніх досліджень:*

- 1) Потрібні компактніші та економічніші джерела плазми, які можна інтегрувати в ветеринарні клініки.

2) Необхідно визначити найефективніші параметри плазми, такі як тривалість лікування та потужність.

3) Потрібно краще зрозуміти, як СР знищує бактерії та її взаємодії з різними бактеріальними штамами і хазяями.

4) Дослідження безпеки та можливих побічних ефектів СР на тварин є критично важливими для підтвердження її безпеки у ветеринарії.

СР має потенціал як альтернативний метод лікування бактеріальних захворювань у ветеринарії, але для її широкого впровадження необхідні додаткові дослідження та розробки.

Терапія холодною плазмою атмосферного тиску (САРР) - це ефективний і простий метод, що значно прискорює загоєння шкірних ран. САРР ефективно усуває інфекційні агенти, незалежно від їх резистентності до антибіотиків, і сприяє швидшому одужанню, особливо у випадках, коли загоєння ускладнене. Процедура є швидкою, безболісною і нескладною у виконанні, що робить її придатною для повсякденного використання в ветеринарній практиці. Проте, наразі немає об'єктивної оцінки її ефективності, і важливо зазначити, що САРР не повинна замінювати детальну діагностику ветеринара, оскільки вона не лікує основні захворювання.

Висновки щодо використання холодної плазми (СР) у ветеринарній медицині для лікування бактеріальних інфекцій свідчать про її перспективність. СР показала значний потенціал у лікуванні різних бактеріальних інфекцій у ветеринарії, включаючи респіраторні, шкірні та ранові інфекції. Серед основних переваг СР - її здатність знищувати широкий спектр бактерій, зокрема стійких до антибіотиків, а також стимулювати імунну систему і прискорювати загоєння ран. Проте, застосування СР має й обмеження, такі як необхідність забезпечення рівномірного впливу плазми на уражену ділянку, що може вплинути на ефективність. Додатково, потрібні подальші дослідження для визначення оптимальних умов лікування, таких як тривалість експозиції та густина плазми для різних бактеріальних інфекцій. Хоча використання СР у ветеринарії має великий потенціал, подальші дослідження необхідні для повного розуміння її переваг і недоліків, а також для оптимізації протоколів лікування та оцінки довготривалих наслідків для здоров'я тварин.

Список використаної літератури

1. Tate H., Whitehouse C.A, Zhao S. Examining the mechanisms and genomic epidemiology of antimicrobial resistance in *Campylobacter* species. *Advances in Applied Microbiology*. 2018.

2. Prestinaci F., Pezzotti P., Pantosti A. A multifaceted global challenge: Antimicrobial resistance. *Pathogens and Global Health*. 2015.

3. Napp M., Daeschlein G., Emmert S., von Podewils S., Lange A., Lutze S., et al. In vitro assessment of multidrug-resistant skin and wound pathogens' susceptibility to low-temperature atmospheric pressure plasma jet (APPJ) and dielectric barrier discharge plasma (DBD). *Plasma Processes and Polymers*. 2014. № 11 (2). P.175–183.

4. Gutierrez-Aguirre I., Filipic A., Primc G., et al. Cold plasma as a promising strategy for viral inactivation. *Trends in Biotechnology*. 2020. № 38 (11). P.1278-1291.
5. Napp M., Daeschlein G., von Podewils S., et al. In vitro susceptibility of multidrug resistant skin and wound pathogens against low temperature atmospheric pressure plasma jet (APPJ) and dielectric barrier discharge plasma (DBD). *Plasma Processes and Polymers*. 2014. № 11 (2). P.175-183.
6. Koban I., Hubner N.O., Matthes R., et al. Addressing Candida albicans biofilms through treatment with low-temperature plasma induced by dielectric barrier discharge and atmospheric pressure plasma jet. *New Journal of Physics*. 2010. № 12(7).
7. Kondeti V., Phan Q., Wende K., et al. Long-lived and short-lived reactive species produced by a cold atmospheric pressure plasma jet for the inactivation of Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus. *Free Radical Biology and Medicine*. 2018. № 124. P. 275-287.
8. Badmus O.P., Mouele E.S., Tijani K.O., Babajide O., Massima J.O., Fatoba O.O., et al.. An analytical overview of ozone and co-species generation and reaction mechanisms in plasma produced by dielectric barrier discharge technologies for wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021.
9. Shaw P., Kumar N., Mumtaz S., Lim J.S., Jang J.H., Kim D., et al.. Analysis of the non-thermal effects of microwave radiation and its mechanisms for bacterial cell inactivation. *Scientific Reports*. 2021. № 11. P. 1-12.
10. Wan Z., Chen Y., Pankaj S.K., Keener K.M. Application of high-voltage atmospheric cold plasma treatment on refrigerated chicken eggs to reduce Salmonella enteritidis contamination on the eggshells. *LWT*. 2017.
11. Pontes J.T., de C., Borges A.B.T., Roque-Borda C.A., Pavan F.R. The potential of antimicrobial peptides as an alternative strategy for eliminating bacterial biofilms of multidrug-resistant strains. *Pharmaceutics*. 2022.
12. Schmidt A., Liebelt G., Striesow J., Freund E., von Woedtke T., Wende K., et al.. Investigating the molecular and physiological impacts of cold plasma treatment on murine skin and its barrier functions. *Free Radical Biology and Medicine*. 2020. № 161. P.32-49.
13. Liao X., Muhammad A.I., Chen S., Yaqin H., Ye X., Liu D., et al.. Bacterial spore inactivation induced by cold plasma. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019.
14. Arndt S., Unger P., Wacker E., Shimizu T., Heinlin J., Li Y.F., et al.. Холодна атмосферна плазма (CAP) модифікує експресію генів ключових молекул механізму загоєння ран та сприяє загоєнню ран у vitro та in vivo. *PLoS One*. 2013. № 8.
15. Dobrynin D., Andrew W., Kalghatgi S., Park S., Chernets N., Wasko K., et al.. Токсичність обробки холодною плазмою для живої шкіри свиней та ран. *Plasma Medicine*. 2011. № 1. P.93-108.
16. Alhabshan R., Belyea D., Stepp M., Barratt J., Grewal S. Вплив in-vivo застосування холодної атмосферної плазми на загоєння корнеальних ран у кроликів породи New Zealand white. *International Journal of Ophthalmic Pathology*. 2013. № 2. P. 2.

Лідія ПАВИЦЬКА²,
студентка 2-го курсу,
факультет ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗООГІГІЄНИЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОЛЬЄРНОГО КОМПЛЕКСУ З УТРИМАННЯ ДИКИХ КОПИТНИХ ТВАРИН

***Анотація.** Становлення і розвиток ринкової системи господарювання мисливського господарства в Україні потребують принципово нових підходів до організації управління підприємницькою діяльністю. Практична реалізація будь-якого комерційного проєкту значно ускладнюється без попередньо розробленого зоогігієнічно та економічно обґрунтованого бізнес-плану. На основі зоогігієнічних норм та економічних розрахунків запропоновано проєкт організації і розвитку вольєрного комплексу ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни», який створено для утримання лані європейської, оленя благородного, кабана дикого та муфлона європейського. Розрахована загальна сума капітальних вкладень на створення вольєру з утримання диких тварин, включаючи витрати на будівництво, придбання поголів'я плідників становить від 1337,1 тис. грн. Внаслідок реалізації тварин в інші господарства можна отримувати від 280-320 тис. грн. доходу на рік. З урахуванням початкових інвестицій на створення вольєрного комплексу, термін окупності капіталовкладень становить 3 роки.*

***Ключові слова:** лань, олень благородний, утримання, розведення у вольєрі, проєкт будівництва, інвестиції, прибуток.*

***Annotation.** The formation and development of the market system of hunting economy in Ukraine require fundamentally new approaches to the organization of business management. The practical implementation of any commercial project is much more complicated without a pre-developed zoohygienic and economically feasible business plan. On the basis of zoohygienic standards and economic calculations, a project for the organization and development of the aviary complex of LLC «Hunting «Poliske-Sarny», which was created for the maintenance of European fallow deer, red deer, wild boar and European mouflon, is proposed. The calculated total amount of capital investments for the creation of an enclosure for keeping wild animals, including the cost of construction, the purchase of broodstock is from 1337.1 thousand UAH. As a result of the sale of animals to other farms, you can receive from 280-320 thousand UAH income per year. Taking into account the initial investment in the creation of an aviary complex, the payback period is 3 years.*

²Науковий керівник: Пепко В.О., старший викладач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ

Key words: *doe, red deer, maintenance, breeding in an enclosure, construction project, investments, profit.*

Вступ. Розведення диких копитних в умовах напіввільного утримання нині постає як новітня галузь народного господарства, що утворилася на стику інтересів тваринництва та мисливствознавства. В Україні її можливості надзвичайно великі, що зумовлено значними площами сільськогосподарських угідь, використання яких для рільництва та тваринництва є недоцільним, а також – наявністю племінного матеріалу, зокрема дикого кабана, благородного та плямистого оленів, лані, муфлона [1].

Провідною метою сучасного мисливського господарства є підвищення ефективності діяльності в галузі, створення інфраструктури для належного обслуговування мисливців, раціональне використання і відтворення ресурсів дикої фауни. Вольєрне розведення тварин є складовою частиною комплексного мисливського господарства, яке може гарантовано забезпечити добування тварин.

Загальними зоогігієнічними вимогами до вольєрів будь-якої площі є: відповідність вимогам законодавства у сфері охорони природи та мисливського господарства, підбір та підготовка персоналу (бажано в спеціалізованих навчальних закладах або шляхом стажування в діючих господарствах), завезення маточного поголів'я, здійснення санітарно-профілактичних заходів, ведення відповідної документації, а їх економічне обґрунтування забезпечить ефективне планування господарської діяльності суб'єктами господарювання.

Співставлення темпів росту, резистентності до захворювань, потреб у воді, ефективності використання їжі, навантаження на пасовища свідчать про перевагу диких тварин над домашніми при їх вирощуванні для отримання м'яса [2].

Фермерське (вольєрне) розведення копитних тварин є важливим елементом розвитку мисливського та сільського господарства (як альтернатива традиційному тваринництву), а також екологічного туризму [Данилкін, 2008].

Серед видів родини Оленеві (*Cervidae*) найбільш поширеними об'єктами утримання і розведення у вольєрах є олень благородний (*Cervus elaphus* L., 1758), олень плямистий (*Cervus nippon* Temminck, 1838) та лань європейська (*Cervus dama* L., 1758).

Інтенсивне розведення тварин, збільшення чисельності їх поголів'я, продуктивності та темпів росту потребує розробки та впровадження повного комплексу заходів, які передбачає план загальної ветеринарної профілактики (ЗВП), що є підставою для розробки конкретної ветеринарної технології виробництва.

Виклад основного матеріалу. Вольєрний комплекс ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» розташований поблизу с. Страшів Сарненського району на землях держлісфонду Страшівського лісництва ДП «Сарненське лісове господарство».

Вольєрний комплекс площею 146,7 га розподілений на 4 контури для утримання лані європейської, оленя благородного, кабана дикого та муфлона

європейського. З метою карантину тварин, перед заселенням у вольєр, облаштовано карантинний дворик площею 0,05 га.

Для будівництва огорожі вольєра використано спеціальну вольєрну сітку, змонтовану на дерев'яних стовпах і заглиблену в землю на 30 см. Попередньо, частину сітки, яка заглиблюється в ґрунт обробляють протикорозійними засобами. Це дозволяє запобігти проникненню на територію вольєру хижаків (бродячих собак, лисиць тощо). Висота огорожі вольєра складає 2,7 м. Дерев'яні стовпи, загальною довжиною 3,7 м, оброблені спецзасобами для запобігання гниттю деревини та занурені в ґрунт на глибину 1 м. При побудові вольєру обов'язково зберігаються протипожежні розриви закладені при лісоупорядкуванні.

В вольєрі облаштовано 5 солонців та 5 годівниць, 3 живоловильні, лінія стрілецьких мінівеж. Для обслуговування вольєру передбачені ворота (для проїзду автотранспорту) та дверцята (для проходу людей), облаштовано стаціонарний пост охорони.

Тому на початковій стадії функціонування вольєрного комплексу, необхідне залучення інвестицій на будівництво огорожі, придбання поголів'я, оплату праці персоналу, задіяного на відповідних роботах, транспортні витрати тощо (табл. 1) [3].

Таблиця 1

Витрати на початкові інвестиції організації вольєрного комплексу

Найменування витрат	Кількість, шт.	Вартість, тис. грн.
Стовпчики для огорожі	1747	113,6
Огорожа (сітка з фіксованим вузлом)		466,5
Ворота	7	21,0
Додаткові елементи металоконструкцій (дріт, кутник тощо)		26,0
Експлуатація транспорту, іншої техніки		75,0
Самці лані, оленя, муфлона (всього)	9	130,0*
Самки лані, оленя, муфлона (всього)	27	380,0*
Самці кабана (всього)	3	15,0
Самки лані, оленя, муфлона (всього)	9	50,0
Оплата праці робітників	5 чол.	60,0
Всього		1337,1

Загальна сума капітальних вкладень на створення вольєру з утримання диких копитних тварин, включаючи витрати на будівництво, придбання поголів'я плідників становить від 1337,1 тис. грн [3].

На основі моніторингових досліджень на базі вольєру для диких копитних ТОВ «МСК «Сокіл» Рівненської області та ДП «Мисливське господарство

«Звірівське» в умовах вольєрного утримання лань віддає перевагу вербі (60,0-65,0% поїдання), горобині (28,0-30,0%), та черемшині (11,0-15,0%).

Для раціону муфлона європейського на території господарств наявні трав'янисті рослини родин Злакові (*Poaceae*) та Осокові (*Superaceae*), пагони хвойних та листяних порід.

Для кабана, як і у ТОВ «МСК «Сокіл» Рівненської області, ДП «Мисливське господарство «Звірівське», так і у ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» наявний широкий спектр кормів, який в природних умовах включає сільськогосподарські культури (картопля, буряки, кукурудза, соняшник тощо), жолуді, кореневища рослин, тваринні корми – личинки комах, дощові черв'яки, молюски тощо.

В деревостані лісових угідь, що входять до складу вольєра, домінуючими породами є верба, горобина, черемшина, береза та сосна з вкрапленнями вільхи, що належать до середньовікових та пристигаючих насаджень без підросту та підліску.

Згідно проекту організації і розвитку вольєрного комплексу ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» передбачено спільне утримання лані європейської та муфлона європейського, а також окремі (моновидові вольєри) для кабана дикого та олені благородного. Чисельність поголів'я лані, яку можна утримувати у вольєрі складає 20 голів, а за умов інтенсивної годівлі – 40 голів за співвідношення самців та самок 1:3. За умови відповідної організації годівлі у даному вольєрі можливе утримання 20-35 особин муфлона європейського. Чисельність поголів'я оленя благородного та кабана дикого становить по 40 голів кожного виду у відповідному вольєрі. За умов інтенсивної годівлі чисельність поголів'я цих тварин може бути доведена до 60 голів відповідно [3].

Такі умови вказують на необхідність покращення природної кормової бази шляхом посіву одно- та багаторічних кормових культур.

Раціон живлення ланей у вольєрі ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» буде складається з наступних компонентів:

1. Природній гілковий корм (порубочні залишки, що утворилися при заготівлі деревини);
2. Пасовищні на сільськогосподарські культури (конюшина, люцерна, овес);
3. Зерно кукурудзи та зерноsumіш (кукурудза, овес тощо);
4. Мінеральна підгодівля (сіль-лизунець);
5. Сіно, сінаж тощо.

В середині вольєра будуть створені кормові поля загальною площею 3,5 га, з них 2,7 га – конюшина, 0,3 га – овес; 0,5 га – райграс пасовищний.

Оптимальний склад зерноsumішей для годівлі ланей та оленів містить 60-65 % вівса, 5-10 % пшениці та 25-30 % кукурудзи.

Обсяги зерноsumіші, необхідної для годівлі поголів'я ланей, оленів благородних та муфлонів у вольєрі ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» (за умов звичайної та інтенсивної годівлі) наведено в таблицях 2. та 3.

Таблиця 2

Обсяги зерноsumіші, необхідної для годівлі поголів'я ланей у вольєрі ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни»

Зимовий період (210 днів)			Літній період (155 днів)			За рік (всього)
Чисельність поголів'я 20 голів						
Зерно	Витрати зерна, кг/день	Витрати зерноsumіші на 1 гол. на день, кг	Зерно	Витрати зерна, кг/день	Витрати зерноsumіші на 1 гол. на день, кг	Витрати зерна, кг/рік
Овес	16	0,8	Овес	12	0,6	5220
Кукурудза	10	0,5	Кукурудза	5	0,25	2875
Пшениця	5	0,25	Пшениця	2	0,1	1360
Всього:	31	1,55	Всього:	19	0,95	9455
Чисельність поголів'я 40 голів						
Овес	32	0,8	Овес	24	0,6	10440
Кукурудза	20	0,5	Кукурудза	10	0,25	5750
Пшениця	10	0,25	Пшениця	4	0,1	2720
Всього:	62	1,55	Всього:	38	0,95	18910

Таблиця 3

Обсяги зерноsumіші, необхідної для годівлі поголів'я оленів благородних у вольєрі ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни»

Зимовий період (210 днів)			Літній період (155 днів)			За рік (всього)
Чисельність поголів'я 40 голів						
Зерно	Витрати зерна, кг/день	Витрати зерноsumіші на 1 гол. на день, кг	Зерно	Витрати зерна, кг/день	Витрати зерноsumіші на 1 гол. на день, кг	Витрати зерна, кг/рік
Овес	32	0,8	Овес	24	0,6	10440
Кукурудза	20	0,5	Кукурудза	10	0,25	5750
Пшениця	10	0,25	Пшениця	4	0,1	2720
Всього:	62	1,55	Всього:	38	0,95	18910
Чисельність поголів'я 60 голів						
Овес	48	0,8	Овес	36	0,6	15660
Кукурудза	30	0,5	Кукурудза	15	0,25	8625
Пшениця	15	0,25	Пшениця	6	0,1	4080
Всього:	83	1,55	Всього:	57	0,95	28365

Обсяги зерноsumіші, необхідної для годівлі поголів'я дикого кабана у вольєрі ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» (за умов звичайної та інтенсивної годівлі) у зимовий і літній періоди наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Обсяги зерноsumіші, необхідної для годівлі поголів'я кабанів диких у вольєрі ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни»

Зимовий період (210 днів)			Літній період (155 днів)			За рік (всього)
Чисельність поголів'я 40 голів						
Зерно	Витрати зерна, кг/день	Витрати зерноsum іші на 1 гол. на день, кг	Зерно	Витрати зерна, кг/день	Витрати зерноsum іші на 1 гол. на день, кг	Витрати зерна, кг/рік
Овес	60	1,5	Овес	60	1,5	21900
Кукурудза	28	0,7	Кукурудза	28	0,7	10220
Всього:	88	2,2	Всього:	88	2,2	32120
Чисельність поголів'я 60 голів						
Овес	90	1,5	Овес	90	1,5	32850
Кукурудза	42	0,7	Кукурудза	42	0,7	15330
Всього:	132	2,2	Всього:	132	2,2	48180

Розрахунок вартості зерна, необхідного для цілорічного утримання оленів, ланей та кабанів (грн/1 гол.) у вольєрі при інтенсивній годівлі наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Розрахунок вартості зерна, необхідного для приготування зерноsumіші для оленів та ланей / кабанів у вольєрі ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» при інтенсивній годівлі тварин

Зерно	Розрахована маса зерна, кг	Вартість, грн/кг	Загальна вартість зерна, грн	Вартість зерна у розрахунку на 1 голову
Овес	26100 / 32850	3,5	91350,00 / 114975,00	913,5 / 1916,25
Кукурудза	14375 / 15330	4,6	66125,00 / 70518,00	661,25 / 1175,3
Пшениця	6800	3,7	25160,00	251,6
Всього:	47275 / 47275		182635,00 / 185493,00	1826,35 / 3091,55

Природні джерела води відсутні. У вольєрі обладнано штучний водопій, який наповнюється з артезіанської свердловини за допомогою водопроводу.

За результатами аналізу досліджуваної води, проб відібраних упродовж 2017–2018 рр. встановлено, що досліджувані показники в цілому відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Зокрема, рН визначено в межах 7,1–7,5 мг/дм³; каламутність – 0,95–1,15 мг/дм³, вміст хлоридів – 7,3 – 7,4 мг/дм³, сульфатів – 17,7–17,9 мг/дм³, марганцю – 0,01 мг/дм³, кобальту – до 0,1 мг/м³, міді – 0,245–0,254 мг/дм³, окислюваність перманганатна – 1,0–1,1 мгО₂/дм³, кількість мікроорганізмів в 1 см³ води – менше 100, бактерії групи кишкової палички – відсутні. Проте варто відмітити підвищений вміст заліза – 0,34–0,36 мг/дм³, який у 1,8 разів перевищував норму та нітратів – 1,05–1,15 мг/дм³, що у 2,1 рази більше від норми [3, 4].

Основним напрямком використання вольєрного комплексу ТзОВ «Мисливське господарство «Поліське-Сарни» є вирощування тварин з метою випуску у власні угіддя та реалізація поголів'я іншим користувачам мисливських угідь. Згідно Настанови з упорядкування мисливських угідь [5] щорічний приріст поголів'я лані складає 10-20 %, а середньорічний показник приросту складає 15 %. В зв'язку з тим, що у вольєрі, порівняно з вільними популяціями, значно нижча дія несприятливих факторів довкілля (відсутні хижаки, проводяться санітарно-профілактичні заходи, тварини забезпечені водою і кормом, укриттями від погодно-кліматичних умов тощо), мінімальний фактор турбування протягом року тощо, можливе досягнення показника приросту поголів'я 20 % за рахунок максимального збереження молодняка та формування основного стада з високоякісних плідників обох статей.

При чисельності основного репродуктивного поголів'я 20 голів, з них 4 самці та 16 самок, можливе отримання близько 20 - 22 голів молодняка (в середньому 0,8-1,4 гол. на 1 дорослу самку.) Від реалізації поголів'я молодняка в інші господарства щорічний дохід складатиме 280-320 тис. грн. Також можливі надходження від реалізації в мережу ресторанів м'яса тварин, які мають відхилення від характерного фенотипу (нетипове забарвлення, самці з рогами неправильної форми тощо), участь яких у розмноженні є небажаною. До початку зимового періоду доцільно залишити у складі основного стада лише молодняк, що буде використаний для ремонту поголів'я, що сприятиме омолодженню стада та зменшенню витрат на його годівлю [3].

Висновки. Для розвитку та поширення вольєрного утримання та розведення диких копитних тварин і подальшого розвитку цього виду діяльності необхідно застосовувати комплекс заходів, серед яких особливу увагу слід надати впровадженню комплексу зоогігієнічних та економічних заходів. Загальна сума капітальних вкладень на створення вольєрного комплексу, включаючи витрати на придбання основного поголів'я плідників та будівництво, становить від 1337,1 тис. грн. Внаслідок реалізації м'яса, можна отримувати від 39,43 тис. грн. прибутку на рік. З урахуванням витрат початкових інвестицій на створення вольєрного комплексу термін окупності капіталовкладень становить 3 роки.

Список використаної літератури

1. Камінецький В. К., Бабіч О. Г., Смаголь В. М. Екологічні та господарські аспекти напіввільного розведення диких копитних (на прикладі спеціалізованих підприємств Державного управління справами Президента України): монографія. Миронівка: ЗАТ «Миронівська друкарня». 2011. 154 с.
2. Волох А. М. Напіввільне вирощування диких тварин як альтернатива традиційному тваринництву та мисливству. *4-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю*: зб. наукових статей. Вінниця. 2015. С. 149.
3. Пепко В.О. Санітарно-гігієнічна оцінка вольєрних комплексів для диких копитних тварин та удосконалення технології їх утримання : дис. ... кан. с-г. наук : 16.00.06. Харків. 2021. 203 с.

4. Пепко В.О. Санітарно-гігієнічна оцінка ґрунтів та джерел водопостачання на етапі створення вольєрного господарства. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 217-222.

5. Настанова з упорядкування мисливських угідь. К.: Державний комітет лісового господарства України. 2002. 57 с.

Каріна СКРИНСЬКА³,
студентка 2-го курсу,
факультет ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ПАРВОВІРУСНОГО ЕНТЕРИТУ У СОБАК

***Анотація.** У статті розглядаються особливості перебігу, діагностики та лікування парвовірусного ентериту у собак. Парвовірусний ентерит є важким інфекційним захворюванням, яке характеризується ураженням шлунково-кишкового тракту, лейкопенією та високою летальністю, особливо серед цуценят. Основна увага приділяється клінічним ознакам, таким як сильна діарея, блювота, дегідратація та втрата апетиту, що ускладнюють діагностику та лікування. Описані сучасні методи діагностики, включаючи використання швидких тестів та ПЛР, а також підходи до терапії, що базуються на симптоматичному лікуванні, інфузійній терапії та застосуванні антибіотиків. Окремо розглянуто профілактичні заходи, зокрема вакцинацію, як найбільш ефективний спосіб запобігання захворюванню.*

***Ключові слова:** парвовірусний ентерит, лікування, вакцинація, обробка приміщень, догляд.*

***Annotation.** The article discusses the features of the course, diagnosis and treatment of parvovirus enteritis in dogs. Parvovirus enteritis is a severe infectious disease characterized by gastrointestinal involvement, leukopenia, and high mortality, especially in puppies. The focus is on clinical signs such as severe diarrhea, vomiting, dehydration and loss of appetite, which make diagnosis and treatment difficult. Modern methods of diagnosis are described, including the use of rapid tests and PCR, as well as approaches to therapy based on symptomatic treatment, infusion therapy, and the use of antibiotics. Preventive measures, in particular vaccination, are considered separately as the most effective way to prevent the disease.*

***Key words:** parvovirus enteritis, treatment, vaccination, treatment of premises, care.*

³Науковий керівник: Колечко А.В., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ

Вступ. Інфекція для організму собаки — це стан, коли патогенні мікроорганізми, такі як бактерії, віруси, гриби або паразити, проникають в організм тварини, розмножуються і викликають неприємні симптоми. Інфекція може вражати різні системи організму, включаючи шкіру, дихальні шляхи, травну систему або навіть внутрішні органи.

Симптоми інфекції можуть варіюватися від лихоманки і слабкості до кашлю, діареї, шкірних висипань і інших проявів, залежно від типу збудника. Можливо ви чули чи стикалися уже з інфекційними захворюваннями, у собак вони можуть бути дуже небезпечні, є основні п'ять, такі як: чума м'ясоїдних, бореліоз інша назва хвороба лайма, так само як і собака може підхопити через укуси кліща, також усім відомий сказ він може бути у кожної тварини та небезпечний для людей своєю летальністю, далі лептоспіроз також є небезпечним для людей, і накінець парвовірусний ентерит який я постараюся максимально розібрати в цій статті.

Виклад основного матеріалу. Парвовірусний ентерит - дуже небезпечне, швидкоплинне інфекційне захворювання собак будь-яких порід. Клінічні прояви захворювання супроводжуються млявістю, відмовою від корму, блювотою, діареєю, підвищенням температури, поступовим розвитком зневоднення організму тварини та розвитком міокардиту. Часто швидке прогресування симптомів призводить до смертельного результату [1].

Парвовірусний ентерит це відносно новий ДНК-вірус, яке вперше було виявлено як збудник захворювання у собак, виник в середині 1970-х років. До цього часу парвовірус був відомий як збудник вірусної інфекції такої як панлейкопенія у котів. Вперше ця інфекція була зареєстрована в 1976 р. у Бельгії, виявлена Аппелем у 1978 р. в США. Тому від 1970-х років зазнала епідемічної моделі експоненційного зростання, подвоюючи зростання заражених собак в два рази за кожних 2-3 роки [2].

Можливо вірус під впливом мутації і позитивного відбору мутацій у головному капсидному гені змінився і через то швидко адаптувався до собак. Одноланцюгові віруси мають геном ДНК і використовують механізм клітинної реплікації, швидкість заміни нуклеотидів у них ближча до рівня РНК- вірусів, ніж у двох ланцюгових ДНК-вірусів. Нині є однією з найпоширеніших інфекційних хвороб собак, при якій смертність серед цуценят 6-місячного віку може досягати 50 – 80.

Багато різних видів сімейства парвовірусів мають спільну архітектуру капсиду, імовірно функції між ними схожі, ну інші можуть відрізнятися в деталях. Багато з цих парвовірусів не були детально досліджені, але є деякі записи. Загальні аспекти парвовірусів – парвавіруси є одним з найменших вірусів, який інфікує більшу частину хребетних. Вірусний капсид має діаметр близько 26 нм. І містить лінійний одноланцюговий геном ДНК, має приблизно з 5000 нуклеотидів, Має ікосаедричну симетрію. CPV2 має високу швидкість еволюції, можливо, через швидкість заміни нуклеотидів, яка більше схожа на РНК-віруси, такі як вірус грипу FPV, і так здається що розвивається лише через випадковий генетичний дрейф.

Парвовірус собаки (Canine Parvovirus, CPV) належить до родини Parvoviridae. Дуже схожий до котячого парвовірусу але на відміну від FPV, CPV має іншу структуру та є специфічним для собак. CPV також активно уражає організм, клітини діляться переважно ті, що знаходяться в тонкому кишечнику, кістковому мозку та серцевому м'язі. Це призводить до запалення та ураження кишечника, що викликає серйозні шлунково-кишкові симптоми.

Якщо вагітна сука заражується парвовірусом, вірус може передаватися через плаценту до ненароджених цуценят. Це може призвести до затримки розвитку, народження мертвих цуценят або абортів. Подібно до КПВ, парвовірусна інфекція передається через фекалії інфікованих тварин. Вірус є дуже стійким в навколишньому середовищі, і навіть при хорошій дезінфекції може зберігатися протягом тривалого часу.

Основні симптоми включають раптове блювання, діарею (часто з кров'ю), втрату апетиту, лихоманку та загальну слабкість. Собака не може захворіти котячим парвовірусом (FPV), оскільки цей вірус специфічний для котів. Котячий парвовірус вражає лише кішок та їхніх найближчих родичів. Хоча обидва віруси — котячий панлейкопенії (FPV) і собачий парвовірус (CPV) — належать до сімейства Parvoviridae, вони є різними вірусами, які мають схожість до своїх видів. Таким чином, зараження собаки котячим парвовірусом неможливе. Є дві форми собачого парвовірусного ентериту: Кишкова форма та серцева форма.

Кишкова форма - парвовірус вражає клітини швидко ділиних тканин, таких як епітеліальні клітини кишечника. Це призводить до руйнування слизової оболонки кишечника, що серйозно ускладнює процес травлення та всмоктування поживних речовин.

Симптоматика кишкової форми включає: Сильне блювання часте та інтенсивне, що часто призводить до втрати рідини та електролітів. Діарею, кал рідкий, часто з домішками крові або слизу. Це може викликати важку дегідратацію. Втрата апетиту собака відмовляється від їжі і води, що ще більше пригнічує організм. Викликає апатію та слабкість загальний стан тварини значно погіршується, собака сильно пригнічена, постійно лежить без сил виглядає млявою та виснаженою. Також тварина має високу температуру. По всіх цих симптомах можна здогадатися що у собаки парвовірус, але завжди краще зробити швидкий тест на парвовірусний ентерит щоб переконатися що це дійсно він, і провести нормальне лікування, тому не слід на цьому економити [3].

Серцева форма - є менш поширеною але точно не легшою. Ця форма захворювання уже вражає серцево-судинну систему, зокрема серце новонароджених цуценят. Серцева форма парвовірусного ентериту зазвичай спостерігається у цуценят віком до 8 тижнів. Вірус вражає міокард що викликає некротичний міокардит і призводить до запалення та дегенерації серцевих клітин.

Симптоми серцевої форми можуть проявлятися у вигляді: слабкості та апатії цуценята можуть виглядати млявими і рухатися менш активно. Так як хвороба вражає серце так і разом інші органи особливо легені, це може призвести до нестачі кисню, а це призводить до посиніння ясен та шкіри. Разом з тим і

важке дихання внаслідок серцевої недостатності. Що саме серйозніше це можливість раптової смерті.

У важких випадках, коли серце вже сильно постраждало, цуценята можуть померти без попередніх симптомів. Також можуть використовуватися методи візуалізації, такі як ультразвукове дослідження серця тобто ехокардіографія, для оцінки стану серцевої тканини, але точно сказати що це саме серцева форма неможливо, уже тільки після смерті собаки, можна буде це виявити по анатомічним змінам у серці.

Прогноз для цуценят зі серцевою формою парвовірусного ентериту залежить від тяжкості захворювання та швидкості надання лікування. Як правило, відсоток виживлення нижчий, ніж у кишковій формі, особливо якщо лікування не було розпочато вчасно. Цуценята чи взрослі собаки які захворіли на кишечку форму парвовірусного ентериту, мають шанси смертності та виживаємості 50% а ті що захворіли на серцеву форму мають 90% смертності. Тому дуже важливо визначити хворобу вчасно, і почати боротись з нею як омога скоріше, так як шанси що собака виживе особливо з серцевою формою стає все менше [3].

Вакцинація є найефективнішим способом захистити тварину від більшості інфекційних хвороб, тому вакцинація є дуже важливою. З не вакцинованою твариною заборонено гуляти та контактувати з іншими собаками, допускаються недовгі прогулянки на добре огороженій території приватного будинку, при умові відсутності загрози зараження (наприклад, проживання у дворі у минулому собаки що хворів або помер від інфекційних захворювань).

Для собак першу вакцинацію від вірусних захворювань потрібно робити у віці 6-ти тижнів. Ревакцинація робиться у віці 9-ти тижнів. У 3-х місячному віці цуценяті уже можна колоти вакцину зі сказом, і повторну вакцинацію слід колоти через рік [4].

Є такі вакцини від інфекційних захворювань: Biocan, nobivac, vanguard, дурамун, каніген, ці вакцини застосовують для імунітету п'яти хвороб: Парвовірусний ентерит, парагрип, лептоспіроз, чума м'ясоїдних, аденовіроз. Вакцинувати слід тільки клінічно здорових тварин, на 7-14 днів після дегельмінтизації [4].

Лікування парвовірусного ентериту у собак. З самого початку собаку слід госпіталізувати для надання медичної допомоги, собаку слід помістити в стаціонар, і слід зауважити що тварина не має контактувати з іншими тваринами. Щоб ті не підхопили хворобу.

Лікування має бути комплексним, з самого початку слід наводнити організм тварини, так як раніше було сказано, що часті проноси та блювання сильно обезводнюють організм, тому лікарі щоб наводнити організм вводять через катетер чи холку фізроцин тобто NaCl це допоможе підтримати водний баланс, але слід зауважити що це робиться дуже часто так як повторює собака постійно страждає проносами, роблять це 3 рази на день. Кількість введеної рідини розраховується за такою формулою: % зневоднення x маса тіла (кг) = # літрів для заповнення дефіциту. Кількість рідини залежить від маси собаки,

обов'язково зважуємо тваринку перед лікуванням. Далі ідуть в хід антибіотики, після регідратації до збалансованого розчину електроліту можна додати 2,5-5% декстрази (100 мл 50% декстрази, доданої до 1 літра, утворить 5% розчину) також слід зауважити що перорально антибіотики давати неможна, допускається тільки у вигляді ін'єкції, або внутрішньовенно разом з фізрочином.

Якщо природні колоїди недоступні, цуценята зі зниженим загальним білком і набряком кишечника, повинні отримувати синтетичний колоїд, такий як гетакрахмаль або декстран 70. Щоб уникнути потенційного об'ємного перевантаження, не слід перевищувати дозу 20 мл/кг/день, а використовувати колоїдні інфузії [5] при необхідності можна повторити через 24 години. Колоїди можна вводити швидко пацієнтам у стані шоку або у вигляді безперервної інфузії протягом 24 годин більш стабільним пацієнтам.

Загальні рекомендації полягають у забезпеченні однієї третини потреб рідини у вигляді колоїду та дві третини у вигляді кристалоїдного розчину. Геморагічна діарея та відшарування слизової оболонки кишечника вказують на порушення слизового бар'єру ШКТ, що може призвести до бактеріальної транслокації, ендотоксемії та сепсису. Важка нейтропенія часто збігається з важким ентеритом, що сприяє ризику системного сепсису. Через це внутрішньовенне введення бактеріоцидних антибіотиків широкого спектру дії показане цуценятам із дуже серйозним захворюванням. Комбінація аміноглікозиду (гентаміцин 2,2 мг/кг кожні 8 годин або амікацин 10 мг/кг кожні 8 годин) з бета-лактамічним антибіотиком (ампіцилін 22 мг/кг кожні 8 годин або цефазолін 22 мг/кг кожні 8 годин) забезпечує чудовий ефект. Аміноглікозиди можуть спричинити гостру ниркову недостатність і їх слід застосовувати лише після проведення регідратації. Прийом аміноглікозидів один раз на добу (6,6 мг/кг гентаміцину або 30 мг/кг амікацину кожні 24 рази) може мінімізувати пошкодження нирок, водночас максимізуючи знищення бактерій через високі пікові та низькі мінімальні концентрації антибіотиків, але звичайно високі дози ніколи не слід призначати пацієнтам із зневодненням.

Вакцинація є найефективнішим способом захистити тварину від більшості інфекційних хвороб, тому вакцинація є дуже важливою. З не вакцинованою твариною заборонено гуляти та контактувати з іншими собаками, допускаються недовгі прогулянки на добре огороженій території приватного будинку, при умові відсутності загрози зараження (наприклад, проживання у дворі у минулому собаки що хворів або помер від інфекційних захворювань).

Для собак першу вакцинацію від вірусних захворювань потрібно робити у віці 6-ти тижнів. Ревакцинація робиться у віці 9-ти тижнів. У 3-х місячному віці цуценяті уже можна колоти вакцину зі сказом, і повторну вакцинацію слід колоти через рік [4].

Є такі вакцини від інфекційних захворювань: Biocan, nobivac, vanguard, дурамун, каніген, ці вакцини застосовують для імунітету п'яти хвороб: Парвовірусний ентерит, парагрип, лептоспіроз, чума м'ясоїдних, аденовіроз. Вакцинувати слід тільки клінічно здорових тварин, на 7-14 днів після дегельмінтизації [4].

Що до противоблювотних засобів, частота виникнення блювоти загалом зменшується після припинення перорального прийому їжі та рідини, тому тварині неможна нічого пити та їсти при цій хворобі, але щоб організ міг жити йому це необхідно, тому як згадувалось раніше, вводимо фізроцин, для того щоб організм був наводнений, також що є не менш важливим для життя, вводим ще глюкозу також внутрішньовенно щоб організм мав енергію для існування.

У деяких пацієнтів проблема не зникає, і її необхідно лікувати, щоб зменшити втрату рідини та підвищити комфорт пацієнта. Двома самими часто вткорисованими протиблювотними засобами, які найчастіше використовуються у собак з парвовірусним ентеритом є: метоклопрамід і хлорпромазин. Метоклопрамід є препаратом для стимуляції моторики шлунка, який може зменшити частість блювання шляхом стимуляції спорожнення шлунка та інгібування тригерної зони хеморецепторів. Метоклопрамід можна додавати до рідини для внутрішньовенного введення або вводити окремо крапельно в дозі 1,0–2,0 мг/кг/24 години та вводити у вигляді інфузії з постійною швидкістю [6].

Якщо метоклопрамід для пацієнта не дуже ефективний, тоді слід спробувати хлорпромазин. Цей препарат є похідним фенотіазину і діє на блювотний центр, тригерну зону хеморецепторів і периферичні рецептори, зменшуючи блювотний рефлекс. Похідні цього препарату можуть викликати артеріальну гіпотензію та системну вазодилатацію через альфа-адреноблокуючу дію, тому використовувати його слід тоді коли організм добре наводнений.

Останнє що потрібно знати це дегельмінтизація, так як цей вірус прогресує загалом у цуценят які схильні до підхоплення внутрішніх паразитів, важливо перевірити тварину на їх наявність. Вони можуть сильно заважати лікуванню, вони також викликають нудоту та пронос. Тому якщо їх все таки виявили, слід прогельмінтувати. У перехворілих на парвовірусний ентерит собак формується стійкий імунітет, який триває не менш як 3 роки.

Слід контролювати осад сечі на появу протеїнурії або зліпків ниркових каналців, що вимагало б припинення терапії аміноглікозидами. Також особливості введення препаратів внутрішньовенно слід робити дуже акуратно, так як швидке введення може викликати блювоту. Собаки з легким ураженням і достатньою кількістю лейкоцитів зазвичай не потребують комбінованої антибіотикотерапії. Відповідні антибіотики для цих пацієнтів включають ампіцилін, цефалоспорины або триметоприм-сульфат [7].

Профілактика та дезінсекція приміщень. Ті, хто пережив цю хворобу досі виділяють вірус, але лише протягом обмеженого періоду часу, і цей період зазвичай закінчується до того моменту, коли цуценя повністю видужає та вернеться зі стаціонару додому. Тим не менш, на початку зараження це саме цуценя виділяло вражаючу кількість вірусу, і цей вірус все ще знаходиться в шерсті одужалого цуценя, тому потрібно гарно вимити шерсть свого улюбленця.

Після того як собакавилікувалась, та місце в стаціонарі звільнилось, ні в якому разі не можна залишати все просто так. Як вже відомо цей вірус дуже легко підхопити, тому слід обробити приміщення. Потрібно після кожної хворої собаки проводити дезінфекцію будиночків та кліток для тварин, а також ґрунту

під клітками, переносних ящиків, інвентарю тощо. В стаціонарах та ізоляторах дезінфекцію проводять щодня. Карантин з неблагополучної ферми знімають через 30 діб після останнього випадку видужання або загибелі тварини і проведення остаточної дезінфекції. Для дезінфекції використовують 0,2 – 0,3 %-ві розчини фор-мальдегіду або кальциновану соду в розведенні 1 : 20.

Висновок. Парвовірусний ентерит є серйозним захворюванням собак, особливо серед молодих тварин, яке вимагає своєчасної діагностики та комплексного підходу до лікування. Встановлення діагнозу на ранніх стадіях, за допомогою сучасних методів, таких як ПЛР та швидкі тести, значно підвищує шанси на успішне лікування. Ефективне лікування передбачає інтенсивну інфузійну терапію, підтримку життєво важливих функцій організму та боротьбу з вторинними інфекціями. Важливу роль у профілактиці захворювання має вакцинація, яка дозволяє значно знизити ризик зараження та зменшити тяжкість клінічних проявів. Впровадження ефективних профілактичних заходів та своєчасне звернення до ветеринарного лікаря є ключовими факторами у збереженні здоров'я та життя собак.

Список використаної літератури

1. Абрамов В.О., Коваль І.В., Петрова М.І. Сучасні методи діагностики та лікування парвовірусного ентериту у собак. *Ветеринарна медицина України*. 2020. № 5. С. 45-51.
2. Бондаренко О.П. Епізоотологічні особливості парвовірусного ентериту у собак. *Ветеринарна практика*. 2019. № 3. С. 34-39.
3. Зубрицький М.А., Чумак О.В. Проблеми діагностики та лікування парвовірусного ентериту у молодих собак. *Ветеринарна хірургія*. 2021. № 1. С. 15-21.
4. Левченко В.І., Ковальчук І.П. Роль вакцинації у профілактиці парвовірусного ентериту. *Журнал ветеринарної науки*. 2018. Т. 28. № 2. С. 120-127.
5. Марченко С.Ю., Бойко А.М. Симптоматичне лікування собак з парвовірусним ентеритом: ефективність та прогнозування. *Ветеринарія сьогодні*. 2020. № 7. С. 78-83.
6. Ольховська І.Г. Застосування інфузійної терапії при лікуванні парвовірусного ентериту у собак. *Ветеринарна клініка*. 2019. № 4. С. 62-67.
7. Яковлев П.М., Іванова Т.В. Використання антибіотиків у терапії парвовірусного ентериту у собак. *Ветеринарна фармакологія*. 2021. № 9. С. 48-55.

Нікіта КРАСНОВСЬКИЙ⁴,
студент 2-го курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БВМД ІЗ ПІДВИЩЕНИМ РІВНЕМ ЛІЗИНУ НА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ СВИНЕЙ

***Анотація.** У статті визначено взаємозв'язок між інтенсивністю росту та забійними якістьми свиней і вмістом лізину в сирому протеїні в раціоні.*

Визначено взаємозв'язок між вмістом лізину в сирому протеїні раціону та вмістом лізину в сирому протеїні раціону. В експерименті порівнювали зерноsumіші, силосоване зерно кукурудзи та білково-вітамінно-мінеральні добавки з різним вмістом вмістом лізину. Відгодівельні показники молодняка свиней контрольної і дослідної груп, зокрема середньодобовий приріст у свиней дослідної групи становив 752 г та 688 г у контрольній групі. Поряд із цим був проведений аналіз забійних якостей свиней обох груп. На основі проведених досліджень були зроблені певні висновки, які представлені в даній статті, а саме зацікавлена увага на позитивному впливі нового кормового фактору на продуктивні якості свиней дослідної групи.

***Ключові слова:** м'ясна продуктивність, комбікорм, вологе зерно кукурудзи, забійна маса, забійний вихід, маса туші.*

***Annotation.** The article defines the relationship between the intensity of growth and slaughter qualities of pigs and the content of lysine in crude protein in the diet.*

The relationship between the content of lysine in the crude protein of the diet and the content of lysine in the crude protein of the diet was determined. In the experiment, grain mixes, silated corn grain and protein-vitamin-mineral supplements with different lysine content were compared. The fattening indicators of young pigs of the control and experimental groups, in particular, the average daily gain of pigs of the experimental group was 752 g and 688 g in the control group. Along with this, an analysis of the slaughtering qualities of pigs of both groups was carried out. On the basis of the conducted research, certain conclusions were drawn, which are presented in this article, namely, the focus is on the positive impact of the new feed factor on the productive qualities of the pigs of the experimental group.

***Key words:** meat productivity, compound feed, wet corn grain, slaughter weight, slaughter yield, carcass weight.*

***Вступ.** На якість свинини сильно впливають умови вирощування, вік, жива маса, годівля, транспортування та забій худоби. Тобто, на якість м'яса*

⁴Науковий керівник: Тетяна Ткаченко, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

впливає багато факторів, але основним фактором є годівля. Тому значна кількість господарств використовує в раціонах свиней підсилувачі продуктивності тварин, такі як білкові, вітамінні та мінеральні добавки і премікси [3]. Нове покоління комплексних добавок є найбільш поширеним у тваринництві, і їх кількість постійно зростає, але мало відомо про їх вплив на здоров'я тварин. Тому їх використання в кормах для тварин має базуватися на експериментальних дослідженнях та бути науково обґрунтованим [1].

Виявлення міжпородних відмінностей, визначення рівня і спрямованості обміну речовин у свиней, інтенсивного та екстенсивного росту, вивчення параметрів і особливостей метаболічних процесів тварини за різних рівнів та якості годівлі нині є передумовами для вдосконалення існуючих норм годівлі.

Ефективність кормових інгредієнтів слід оцінювати як з поживних, так і з економічних аспектів свинарства. З економічної точки зору, використання синтетичних амінокислот у раціонах свиней є позитивним фактором, оскільки збільшує живу масу та масу туші [5].

Метою статті є дослідження впливу білково-вітамінно-мінеральних добавок на м'ясну продуктивність свиней.

Виклад основного матеріалу. Сучасний стан розвитку тваринництва вимагає вдосконалення підходів до повноцінної годівлі тварин [2]. У цьому контексті необхідна наукова демонстрація використання нових кормових добавок та преміксів у свинарстві.

Оскільки свинарство перейшло на промислову основу, а генетичний потенціал свиней значно зріс, існує необхідність забезпечити відповідність існуючих стандартів годівлі свиней вимогам інтенсивного виробництва.

В сучасних умовах високих цін на корми для тваринництва збалансована та повноцінна годівля є важкодосяжною і є основною перешкодою для використання повного генетичного потенціалу у тварин. Отже, найбільш вигідним та економічно обґрунтованим способом підвищення енергетичної та біологічної цінності кормів є використання ферментних препаратів, амінокислот, протеїнів, вітамінів та мінеральних добавок при відгодівлі свиней зокрема [4].

Виробництво свинини з низьким вмістом жиру та високою часткою м'язової тканини може бути досягнуто шляхом розведення свиней з високим вмістом м'яса та за допомогою факторів годівлі, які скорочують період відгодівлі, зменшують утворення жиру та створюють сприятливі умови для синтезу білка [7]. Це вимагає оптимального рівня енергії та поживних речовин, особливо біологічно цінних білків. Для зміцнення галузі свинарства в Україні необхідно значно збільшити виробництво високопротеїнових кормів [3].

Дослідження впливу БВМД в раціонах свиней на забійні показники проводилися на молодняку свиней (порода велика біла х ландрас). Було сформовано 2 групи по 12 голів свиней. Тварини споживали комбикорм, виготовлений у господарстві із зерна фуражної пшениці, силосованого вологого зерна кукурудзи, соняшникової макухи і білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) та з додаванням для дослідної групи білково-вітамінно-мінерального преміксу (БВМП).

Годівля тварин проводилася згідно із встановленими нормами. Утримання було групове в приміщенні для вирощування і відгодівлі свиней. Роздавали комбікорм (зерноsumіш) у годівниці один раз на добу. Доступ тварин до води був вільним [6].

Важливою вимогою для ефективного використання консервованого вологого зерна кукурудзи в годівлі свиней є вміст лізину до 6,6% від сирого протеїну та збалансованість інших незамінних амінокислот, вітамінів, макро- і мікроелементів для задоволення нормальних потреб у свиней [6].

Для характеристики м'ясної продуктивності свиней визначали відгодівельні показники молодняка свиней контрольної і дослідної груп.

Для визначення динаміки зміни живої маси тварин протягом експериментального періоду окремих тварин зважували перед годуванням на початку та в кінці кожного періоду.

Шість свиней (по 3 голови із кожної групи) були забиті в кінці науково-гомподарського досліджу.

Середньодобовий приріст в дослідній групі становив 752 г і 688 г у контрольній групі, а вміст лізину в сирому протеїні - 4,8%. Період відгодівлі тривав 109 днів до досягнення високої живої маси, при цьому контрольна група мала живу масу 120 кг, а дослідна - 127 кг.

Це підтверджується більш інтенсивним формуванням м'язової тканини у свиней дослідної групи завдяки вищому вмісту лізину в сирому протеїні раціону, що вказує на те, що цей дієтичний фактор має значний вплив на якість свинини.

Це підтверджує більш інтенсивне формування м'язової тканини у свиней дослідної групи завдяки вищому вмісту лізину в сирому протеїні корму, що свідчить про більший вплив цього фактору на якість свинини. Слід зазначити, що в наших досліджах вміст лізину в сирому протеїні в раціонах контрольної групи становив 4,8%, що значно вище, ніж в інших раціонах. Це підтверджується середньодобовим приростом ваги свиней на рівні 688 г.

Таблиця 1

Відгодівельні показники молодняка свиней контрольної і дослідної груп

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Жива маса 1 голови:		
на початок основного періоду, кг	45,4 ± 0,87	45,8 ± 0,92
на кінець періоду відгодівлі, кг	120,3 ± 2,4	127,8 ± 1,8*
Приріст живої маси, кг	75 ± 1,8	82 ± 2*
Тривалість періоду відгодівлі, діб	109	109
Середньодобовий приріст, г	688	752
% до контролю	100	109,3

Джерело: сформовано автором на основі [6].

Середньодобові прирости свиней становили 752 г, порівняно із приростом 688 г у контрольній групі.

Результати, які одержані при проведенні забою піддослідних тварин, переконливо показали різницю на користь дослідної групи в забійному виході, масі та виході туші.

Товщина шпигу свиней дослідної групи була меншою на 6,0 % відносно до контролю і на 9,1 % більші середньодобові прирости свиней також дослідної групи (табл. 2). Вихід туші свиней дослідної групи був на 3,6 % більшим порівняно з виходом туші свиней контрольної групи.

Цей показник забійних якостей корелює з меншою на 6,0 % товщиною шпигу і на 3,6 % більшим виходом туші, що є переконливим впливом вищого вмісту лізину на рівні 6,6 % в сирому протеїні кормів раціону в дослідній групі проти 4,8 % лізину в контролі. Таким чином, згодовування відгодівельному молодняку свиней комбікорму (зерномуміші) з вмістом 6,6 % лізину в сирому протеїні раціону проявило позитивний вплив на забійні якості свиней (табл. 2).

Таблиця 2

Забійні якості піддослідних свиней

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Передзабійна жива маса, кг	119,6 ± 0,7	127,2 ± 1,4*
Забійна маса, кг	88,3 ± 2,3	101,2 ± 1,7*
Забійний вихід, %	73,8 ± 2,4	79,9 ± 1,2
Маса туші, кг	71,6 ± 2,6	81,7 ± 2,2*
Вихід туші, %	59,8 ± 2,1	63,4 ± 1,1
Внутрішній жир, кг	2,24 ± 0,48	1,36 ± 0,24
Печінка, г	1597 ± 62	1674 ± 0,8
Серце, г	432 ± 18	446 ± 18
Легені, г	543 ± 74	522 ± 94
Нирки, г	256 ± 30	278 ± 44
Середня товщина шпигу, см	4,12 ± 0,19	3,89 ± 0,22

Джерело: сформовано автором на основі [6].

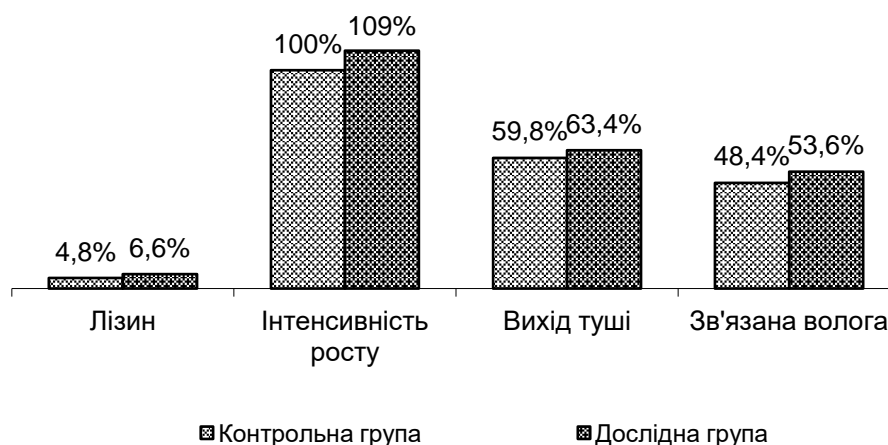


Рис. 1. Забійні якості та їх зв'язок із вмістом лізину в сирому протеїні кормів раціону

Джерело: сформовано автором на основі [6].

Результати забою продемонстрували збільшення забійної маси на 14,6%, збільшення виходу туші на 6,2%, збільшення маси туші на 14,1% та збільшення

виходу туші на 3,6% у свиней дослідної групи. У той же час, не було виявлено суттєвих відмінностей у вазі субпродуктів.

Висновки. Зростаюче споживання тваринного білка населенням планети в умовах неефективного використання природних ресурсів є одним з головних майбутніх викликів у галузі годівлі тварин. Сьогодні існує широкий спектр методів підвищення ефективності використання кормів у годівлі тварин, у тому числі за допомогою кормових добавок. Однак лише точне знання механізмів дії цих засобів є передумовою їх успішного застосування [5].

На якість м'яса впливає низка факторів, але головним з них є харчування. Тому багато господарств використовують у годівлі свиней засоби для підвищення продуктивності тварин, такі як білкові, вітамінні та мінеральні добавки і премікси.

Забезпечення високої виживаності та інтенсивності росту свиней є актуальною науково-практичною проблемою сучасного свинарства. Це є передумовою для розробки нових принципів оцінки поживної цінності кормів за широким спектром нутрієнтів. Ці принципи дозволять не тільки задовольнити фізіологічні потреби тварин у поживних речовинах, але й збалансувати їх, що забезпечить високу продуктивність та ефективне використання кормів [2].

Список використаної літератури

1. Вербицький С. Від чого залежить якість свинини. *Farmer*. 2011. № 5. С. 125–130.
2. Килимнюк О. І. Вплив співвідношення амінокислот в протеїні раціонів на інтенсивність росту і продуктивність свиней. *Корми і кормо виробництво*. 2004. Вип. 54. С. 219–226.
3. Кулик М. Ф., Красносельська М. П. Забійні показники свиней при використанні в годівлі екструдованої сої в поєднанні з біологічно мінеральною добавкою на основі лізину і сапоніту. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. № 1. С. 51–59.
4. Мажилівська К. Р. Сучасний підхід до розробки адресних преміксів для свиней. *Збірник наук. праць Вінницького НАУ*. 2012. Вип. 5(67). С. 53–57.
5. Різничук І. Ф., Кишлалі О. К., Степаненко А. Т., Різничук В. О. Як годувати поросят при інтенсивному виробництві свинини. *Тваринництво України*. 2015. № 10. С. 41.
6. Ткаченко Т. Ю., Кулик М. Ф. Вміст лізину в комбікормі свиней з використанням силосованого зерна кукурудзи – основа високої продуктивності. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематично-науковий збірник*. 2020. Вип. 90. С. 145–156.
7. Чумаченко С. П., Федак Н. М. Ефективність відгодівлі свиней за використання консервованого бактеріальними препаратами вологого зернофуражу. *Науково-технічний бюлетень державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2018. № 8. С. 88–91.

Олена МАЗУР⁵,
магістр 2-го року навчання,
Владислав ДЕНИСОВ⁵,
студент 4-го курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ КОНЦЕНТРОВАНОВОГО ТИПУ ГОДІВЛІ НА М'ЯСНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ХУДОБИ

***Анотація.** Одним із ключових стратегічних завдань розвитку вітчизняного агропромислового комплексу є розвиток м'ясного скотарства та виробництво якісної сировини. Яловичина є одним із найцінніших видів м'ясної продукції у тваринництві, віднесених до червоного м'яса, яке вирізняється високими поживними та смаковими якостями. Тривалість відгодівельного періоду за 2023 р. у бичків симентальської, абердин-ангуської породи та лімузинів – 172 дні, у бельгійської блакитної – 55 днів. Тварин годують спеціальним комбікормом, якого у раціоні за поживністю 90% та соломною – у межах 10%. Напування та годівля тварин вволю. Середньодобові прирости у лімузинів становили 1325-1506 г, сименталів – 1285-1360 г, абердин-ангусів – 1482-1587 г, бельгійської блакитної – 1636-2218 г. Забійний вихід від бичків абердин-ангуської породи більший за показники лімузинів на 4,6%, сименталів – на 5,1%.*

***Ключові слова:** яловичина, бельгійська блакитна порода, середньодобові прирости, абердин-ангуська, індекси будови тіла, якість м'яса.*

***Annotation.** One of the key strategic tasks of the development of the domestic agro-industrial complex is the development of meat and cattle breeding and the production of high-quality raw materials. Beef is one of the most valuable types of meat products in animal husbandry, classified as red meat, which is characterized by high nutritional and taste qualities. The duration of the fattening period in 2023 for Simmental, Aberdeen-Angus and Limousin bulls is 172 days, for Belgian Blue bulls - 55 days. The animals are fed with special compound feed, which in the diet is 90% nutritious and straw - within 10%. Drinking and feeding animals at will. The average daily gains of Limousins were 1325-1506 g, Simmentals – 1285-1360 g, Aberdeen-Angus – 1482-1587 g, Belgian Blue – 1636-2218 g. The slaughter yield of Aberdeen-Angus bulls is 4.6 times higher than that of Limousins. %, Simmentals - by 5.1%.*

***Key words:** beef, Belgian blue breed, midday gains, Aberdeen-Angus, body composition indices, meat quality.*

⁵Науковий керівник: Тетяна Голубенко, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

Вступ. Яловичина є одним із найважливіших видів м'ясної сировини у тваринництві. Вона відноситься до червоних сортів м'яса і має найбільш привабливі поживні та смакові якості. Яловичина широко використовується у різних країнах завдяки популярності традиційного м'ясного тваринництва. У зв'язку з цим збільшення продуктивності тварин реалізується на основі покращення умов утримання, годівлі, підвищення рівня племінної роботи [2, 5].

Ринок м'яса являє собою важливу складову продовольчого ринку країни, від стабільності функціонування якого значною мірою залежать рівень життя населення та забезпечення продовольчої безпеки країни. М'ясо та м'ясні продукти належать до найважливіших продуктів харчування [1].

В Україні серед м'ясних порід великої рогатої худоби найбільшу питому вагу мають породи: абердин-ангуська – 23,1%, поліська та волинська м'ясні – 21,9%, південна м'ясна – 10%, українська м'ясна – 6,4%, симентальська м'ясна – 5,6%, інші м'ясні породи – від 0,5 до 3,5 % [3, 6].

На всіх ланках технологічного процесу виробництва м'яса розвиток м'ясного скотарства протягом останнього десятиліття відбувався під впливом структурних змін у таких напрямках як поліпшення генетики та здоров'я тварин, досконалішому управлінню стадом. Ці покращення дозволили зробити виробництво м'яса більш ефективним [4].

М'ясну продуктивність тварин оцінюють переважно за забійними показниками, які безпосередньо пов'язані з живою масою тварин. Зокрема, велика рогата худоба будь-якої породи, при правильному вирощуванні, може досягти високих результатів у м'ясній продуктивності. Ця продуктивність оцінюється за кількісними та якісними показниками м'ясної продукції, отриманої після забою [6].

Виклад основного матеріалу. Серед чинників, які впливають на м'ясну продуктивність та ефективність відгодівлі, велике значення має якість раціону. Худоба деяких спеціалізованих м'ясних порід швидше наростає вагу і має високий забійний вихід, а також найкращу якість м'яса порівняно з молочними породами.

У зв'язку з цим у нашому досліді ми аналізували вплив концентрованого типу годівлі на м'ясну продуктивність дослідних тварин, зокрема на динаміку живої маси в період досліду.

Порівнюючи результати трьох порід з однаковою тривалістю відгодівлі, виявлено, що найбільший абсолютний приріст живої маси у господарстві був у бичків абердин-ангуської породи, які набрали 259,7 кг за 172 дні.

Тварини лімузинської породи поступалися за цим показником на 12,9 кг, або 4,9%, а симентали – на 33 кг, що становить 12,7%. Найвищий середньодобовий приріст серед симентальської, абердин-ангуської та лімузинської порід був у абердин-ангусів, які набирали 1510 г на день, що на 193 г (14,6%) більше, ніж у сименталів, і на 76 г (5,3%) більше, ніж у лімузинів. Відповідно, відносний приріст живої маси був найвищим у абердин-ангуської породи – 81,6%. Лімузини відставали від них на 2,8%, а симентали – на 9,1% (табл. 1).

Таблиця 1

Швидкість росту бичків в залежності від породи, 2022 рік

Порода	Абсолютний приріст живої маси, кг	Середньодобовий приріст, г	Відносний приріст, %
Бельгійська блакитна	99,3	1805	45,1
Симентальська	226,7	1317	72,5
Абердин-ангуська	259,7	1510	81,6
Лімузинська	246,8	1434	78,8

Серед бичків спеціалізованих м'ясних порід, які відгодовуються в господарстві, найвищий середньодобовий приріст був зафіксований у тварин бельгійської блакитної породи. Основною метою відгодівлі цієї породи на фермі є досягнення живої маси в 300 кілограмів. Це забезпечувало перевагу в середньодобовому прирості на 488 грамів (37,1%) порівняно з сименталами, на 371 грам (25,9%) більше, ніж у лімузинів, і на 295 грамів (19,5%) більше, ніж у абердин-ангусів.

Завдяки своїм біологічним особливостям, зокрема наявності гена «подвійної мускулатури», який сприяє швидкому набору маси з 4-6 тижневого віку, вирощування бельгійської блакитної породи на м'ясо стає значно економічно вигіднішим. Перевага цих тварин над іншими м'ясними породами проявлялася у таких показниках: вони випереджали лімузинів на 371 г, сименталів на 488 г, а абердин-ангусів на 295 г при використанні концентрованого типу годівлі. З огляду на отримані показники результатів селекційної роботи, ми здійснили вимірювання основних екстер'єрних характеристик дорослих корів (табл. 2).

Таблиця 2

Основні проміри статей тіла бугайців різних порід, см

Назва промірів	Порода			
	Бельгійська блакитна	Симентальська	Абердин-ангуська	Лімузинська
Висота в холці	145,5	135,1	133,1	138,2
Глибина грудей	72,8	64,6	64,7	66,6
Ширина грудей за лопатками	49,8	41,7	41,2	43,7
Обхват грудей за лопатками	180,2	174,4	172,9	176,4
Ширина в маклоках	51,8	47,0	46,5	48,0
Коса довжина тулуба	158,4	155,3	153,1	156,4
Обхват п'ястка	24,5	20,4	20,0	21,4

Встановлено, що за всіма промірами тварини бельгійської блакитної породи перевершують представників інших порід. Зокрема, висота в холці у них на 7,5% більша, ніж у сименталів, на 9,0% більша, ніж у абердин-ангусів, і на 5,1% більша, ніж у лімузинів. Ширина грудей за лопатками також перевищує показники інших порід: на 19,4% порівняно з сименталами, на 20,9% порівняно з абердин-ангусами, і на 14,0% порівняно з лімузинами.

Найбільшу косу довжину тулуба показали тварини бельгійської блакитної породи — 158,4 см, тоді як найменшу — абердин-ангуси з показником 153,1 см.

М'ясну продуктивність тварин оцінюють переважно за забійними показниками, які безпосередньо пов'язані з живою масою тварин. Зокрема, велика рогата худоба будь-якої породи, при правильному вирощуванні, може досягти високих результатів у м'ясній продуктивності. Ця продуктивність оцінюється за кількісними та якісними показниками м'ясної продукції, отриманої після забою. Основним об'єктивним показником м'ясної продуктивності є результат забою, який дозволяє оцінити як кількість, так і якість м'яса. Для вивчення впливу концентрованого типу годівлі на м'ясні якості піддослідних бичків було проведено контрольний забій молодняку у 16-місячному віці (по три голови з кожної групи).

Основними показниками для оцінки м'ясної продуктивності були передзабійна жива маса, забійна маса та забійний вихід, а також морфологічний склад туші та характер жировідкладення. Для вивчення післязабійних показників обирали відгодівельний молодняк трьох порід: симентальської, абердин-ангуської та лімузинської. Усі тварини мали однаковий термін відгодівлі — 172 дні.

За результатами досліджень, бугайці всіх досліджуваних порід демонстрували добрі забійні якості. Проте тварини абердин-ангуської породи помітно виділялися за показниками м'ясної продуктивності (табл. 3).

Для забою відбирали тварин з майже однаковою передзабійною живою масою – від 430 до 434,7 кг. Проте забійний вихід у трьох групах відрізнявся в залежності від породи.

Найвищий забійний вихід був зафіксований у бичків абердин-ангуської породи і склав 60,3%. Це перевищує показники лімузинів на 4,6% та сименталів на 5,1%. Завдяки цьому абердин-ангуси мали також найвищу забійну масу, яка була більше на 19,4 кг (7,4%) порівняно з лімузинами і на 24,2 кг (9,2%) порівняно з сименталами.

Від бугайців абердин-ангуської породи отримано більшу масу парної туші – 249,2 кг, що перевищує масу туш тварин симентальської та лімузинської порід на 19,1 кг (7,7%) та 15,8 кг (6,3%) відповідно.

Завдяки цьому, абердин-ангуси мали вищий вихід парної туші – 57,5%, що на 2,7% і 4,0% більше порівняно з лімузинами та сименталами. Найбільший вихід внутрішнього жиру-сирцю був у бичків симентальської породи – 4,2%, тоді як у абердин-ангусів та лімузинів він був меншим на 1,4% та 0,7% відповідно.

Забійні показники бугайців залежно від породи

Показник	Порода		
	абердин-ангуська	лімузин	симентальська
Передзабійна жива маса, кг	433,5	434,7	430,0
Забійна маса, кг	261,5	242,1	237,3
Забійний вихід, %	60,3	55,7	55,2
Маса парної туші, кг	249,2	233,4	230,1
Вихід парної туші, %	57,5	54,8	53,5
Маса внутрішнього жиру-сирцю, кг	12,3	8,7	10,3
Вихід внутрішнього жиру-сирцю, %	2,8	3,5	4,2

Висновок. Тварини лімузинської породи поступалися за цим показником на 12,9 кг, або 4,9%, а симентали – на 33 кг, що становить 12,7%. Найвищий середньодобовий приріст серед симентальської, абердин-ангуської та лімузинської порід був у абердин-ангусів, які набирали 1510 г на день, що на 193 г (14,6%) більше, ніж у сименталів, і на 76 г (5,3%) більше, ніж у лімузинів. Відповідно, відносний приріст живої маси був найвищим у абердин-ангуської породи – 81,6%. Лімузини відставали від них на 2,8%, а симентали – на 9,1%. Найбільшу косу довжину тулуба показали тварини бельгійської блакитної породи — 158,4 см, тоді як найменшу — абердин-ангуси з показником 153,1 см. Найвищий забійний вихід був зафіксований у бичків абердин-ангуської породи і склав 60,3%. Від бугайців абердин-ангуської породи отримано більшу масу парної туші – 249,2 кг, що перевищує масу туш тварин симентальської та лімузинської порід на 19,1 кг (7,7%) та 15,8 кг (6,3%) відповідно. Завдяки цьому, абердин-ангуси мали вищий вихід парної туші – 57,5%, що на 2,7% і 4,0% більше порівняно з лімузинами та сименталами.

Список використаної літератури

1. Бондарчук Л. В. Сучасний стан популяції симентальської породи у племінних господарствах України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2016. Вип. 7 (30). С. 46–50.
2. Козир В.С. Французькі м'ясні лімузини в степу України. *Розведення і генетика тварин*. 2018. Вип. 55. С. 76-82.
3. Козирь В. Вікова динаміка виходу продуктів забою абердин-ангуської худоби. *Тваринництво України*. 2015. № 1-2. С. 9-14.
4. Колісник О. І., Прудніков В. Г., Криворучко Ю. І., Нагорний С. А. Характеристика організаційно-технологічних умов при утриманні м'ясних корів абердин-ангуської породи в стійловий період без використання приміщень.

Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 97-100.

5. Скоромна О.І., Гордій А.М., Голембівський С.О., Разанова О.П., Вікарчук Н. Ефективність розведення кросів бельгійської блакитної породи великої рогатої худоби в Україні. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2022. № 125. С. 184-193.

6. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Супрун І. О., Довга О. О. Динаміка племінного м'ясного скотарства в Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво.* 2021. Вип. 1. С. 92-97.

Євгеній МАЛОЛЕТКОВ⁶,
магістр 2-го року навчання,
Ярослав ГУДАК⁶,
магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ КОРІВ РІЗНОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Анотація. Молочна продуктивність корів є головною селекційною ознакою та метою господарського використання великої рогатої худоби молочних порід. Але поряд з підвищенням надоїв корів спостерігається тенденція до зниження якісних показників молока. Для одержання господарством максимально можливого прибутку та раціонального ведення молочного скотарства необхідно враховувати залежність закономірностей зв'язку між показниками молочної продуктивності, що сприятиме утриманню надою на належному рівні. Дослідженнями встановлено та відмічено, що корови обох порід характеризуються за високим показником постійності лактації, хоча й показник у корів симентальської породи становив 98,9% на 3,6% переважав показник корів УЧеРМП, також фенотипова мінливість коефіцієнта постійності лактації переважала на 6,2%.

Ключові слова: відтворення, сервіс-період, осіменіння, лактація, середньодобовий удій, сухостійний період, індекс осіменіння.

Annotation. Milk productivity of cows is the main selection feature and the goal of economic use of dairy cattle. But along with the increase in milk yields of cows, there is a tendency to decrease the quality indicators of milk. In order for the farm to obtain the maximum possible profit and rational management of dairy cattle breeding, it is necessary to take into account the dependence of the patterns of the relationship

⁶Науковий керівник: Тетяна Голубенко, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

between indicators of milk productivity, which will contribute to maintaining milk production at the appropriate level. Studies have established and noted that cows of both breeds are characterized by a high index of lactation constancy, although the index of Simmental cows was 98.9%, by 3.6% the index of UCheRMP cows prevailed, and the phenotypic variability of the coefficient of lactation constancy prevailed by 6.2%.

Keywords: reproduction, service period, insemination, lactation, average daily milk yield, dry period, insemination index.

Вступ. У країнах з розвиненим молочним скотарством головним критерієм готовності телиць до осіменіння є їхній зріст. Наприклад, для голштинських телиць осіменіння проводять після досягнення висоти в холці 127 см або в крижах 130 см, незалежно від віку і ваги тварини. Зріст більше інших параметрів впливає на майбутню легкість отелень, тому технології вирощування молодняка повинні спрямовуватися на отримання великих та здорових телиць [1, 5].

Найпоширенішим критерієм оцінювання молочної продуктивності корів є надій за стандартизовану лактацію тривалістю 305 днів або за календарний рік. Надій корів різного віку, порід і стад за лактацію коливається від 1000 до 25000 кг і більше. Рекорди молочної продуктивності корів фіксуються як у межах кожної породи, так і абсолютні рекорди за усіма породами. Внаслідок цілеспрямованої селекційної роботи та удосконалення годівлі рекорди надоїв корів постійно зростають [2].

Рівень годівлі тварин впливає на продуктивність та безпосередньо залежить від хімічного складу корму, а саме наявністю тих поживних речовин, які є необхідними для згодовування тваринам (це вміст протеїну, вітамінів, мінеральних речовин). Сюди відносяться грубі корми (сіно, солома, полова), соковиті коренеплоди, та зелені корми, концентровані [3, 7].

Важливим фактором, що впливає на молочну продуктивність корів, є їх відтворювальна здатність. Темпи відтворення великої рогатої худоби значною мірою залежать від віку першого осіменіння телиць та віку першого отелення корів. Крім того, тривалість продуктивного життя корів безпосередньо пов'язана з їх живою масою та віком на момент першого отелення [4].

Вплив генетичних факторів і умов середовища на варіацію ознак можна оцінити за допомогою коефіцієнта спадковості. Цей коефіцієнт показує частку спадкових факторів у загальному впливі на фенотипову варіацію продуктивності серед споріднених тварин. Високі показники коефіцієнта успадкування виявлено для вмісту жиру та білка в молоці, тоді як для надоїв він є відносно низьким [6].

Метою даної роботи було здійснення досліджень щодо основних технологічних аспектів виробництва молока з подальшою розробкою шляхів удосконалення елементів технології.

Виклад основного матеріалу. Відомо, що основною ознакою, яка характеризує економічну ефективність при розведенні великої рогатої худоби тої

чи іншої породи та її селекційну цінність, є молочна продуктивність. Але оцінка даної ознаки включає в себе аналіз багатьох складових, серед яких надій на корову за лактацію, показник вмісту у молоці жиру та білку, показники кількості молочного жиру та молочного білку та середньодобовий надій молока. Проведеними дослідженнями визначено, що тварини симентальської породи відрізняються значно вищими показниками середньодобових надоїв, супроти показника корів української червоно-рябої молочної породи (УЧеРМП) (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика середньодобової продуктивності корів молочних порід

Порода піддослідних корів		Середньодобовий надій, кг		Вміст жиру, %	
		$X \pm S$		$X \pm S$	
Симентальська	65	24,5±0,29	11,8	3,79±0,022	5,3
Українська червоно-ряба молочна	43	22,9±0,24	12,3	3,82±0,034	5,2

Закономірно, адже симентальська худоба займає перше місце в світі по молочній продуктивності. Корови цієї породи мають всі світові рекорди молочної продуктивності. Корови обох порід проявили високі показники молочної продуктивності, починаючи з першої лактації.

Так, добовий надій корів симентальської породи був більший на 6,5%, проти показника корів УЧеРМП. Вміст жиру в молоці корів був на однаковому рівні, вірогідної різниці дослідженнями не встановлено. Корови обох порід характеризуються задовільними показниками кількості молочного жиру і білку, що відповідно стандарту породи та може стверджувати про конкурентоспроможність та економічну ефективність утримання корів вказаних порід.

Слід відмітити, що корови першої лактації за живою масою та показниками молочної продуктивності мають певні породні відмінності. Корови української червоно-рябої молочної породи відставали від ровесниць симентальської породи за живою масою на (15,3%) (табл. 2).

Надій молока був вищим у корів симентальської породи на 6,4%, супроти показника корів УЧеРМП, при вірогідній різниці, поступаючись в тому числі їм за жирномолочністю на 0,04%.

Показник кількості молочного жиру і білку у корів симентальської породи, проти УЧеРМП був більшим на 56 кг (16,4%) і 42,6 кг (15,9%).

На основі отриманих даних можна сформулювати пропозицію щодо виділення кращих тварин і проведення ефективного підбору.

Таблиця 2

Дослідження молочної продуктивності та живої маси корів

Показник	$X \pm S$
Симентальська порода, n=65	
Жива маса, кг	628±4,1
Тривалість лактації, днів	346,3±5,92
Надій за лактацію, кг	7294,2±132,34
Вміст жиру, %	3,79±0,022
Вміст білка, %	3,0±0,01
Кількість молочного жиру, кг	341,5±8,26
Кількість молочного білку, кг	267,2±6,32
Найвищий добовий надій, кг	39,6±0,41
Українська червоно-ряба молочна порода, n=43	
Жива маса, кг	492±3,8
Тривалість лактації, днів	329,4±6,387
Надій, кг	6824,2±165,38
Вміст жиру, %	3,82±0,034
Вміст білка, %	3,0±0,01
Кількість молочного жиру, кг	285,5±6,82
Кількість молочного білку, кг	224,6±5,96
Найвищий добовий надій, кг	35,6±0,38

Тварини обох порід характеризувалися високим показником постійності лактації. Даний показник у корів симентальської породи становив 98,9%, що на 3,6% переважав показник корів УЧеРМП (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристика лактації корів молочних порід

Порода корів	n	Коефіцієнт постійності лактації, %	
		$X \pm S$	$C_v, \%$
Симентальська	65	98,9±0,84	20,7
Українська червоно-ряба молочна	43	95,3±1,23*	14,5

З даних таблиці 4 видно, що середня, зворотня, статистично вірогідна кореляція встановлена між надоем корів і вмістом жиру ($r=-0,53$ – симентальська і $r=-0,42$ – УЧЕРМП), вмістом білку ($r=-0,37$ – симентальська і $r=-0,29$ – УЧЕРМП) (табл. 4).

Таблиця 4
Взаємозв'язок надою з показниками молочної продуктивності корів

Показник	$\bar{X} \pm S$	Частка впливу, %
Симентальська порода, n=65		
Надій – вміст жиру	-0,53±0,01	42
Надій – вміст білка	-0,37±0,01	19
Надій – кількість молочного жиру	+0,41±0,01	38
Надій – кількість молочного білка	+0,32±0,01	15
Надій – середньодобовий надій	+0,83±0,01	67
Українська червоно-ряба молочна порода, n=43		
Надій – вміст жиру	-0,42±0,01	36
Надій – вміст білка	-0,29±0,01	15
Надій – кількість молочного жиру	+0,52±0,01	42
Надій – кількість молочного білка	+0,38±0,01	23
Надій – середньодобовий надій	+0,89±0,01***	69

Здійснення аналізу кореляційних взаємозв'язків надають можливість застосування та корегування прийомів селекції тварин за основними ознаками. Так, здійснюючи відбір корів за рівнем надою можна досягти і збільшення показника їх живої маси. Відбір же тварин за живою масою може впливати на якісні показники молока, тому щоб мати високий рівень жирно-і білковомолочності, добір бугаїв-плідників необхідно здійснювати з врахуванням умови, що дочка добре поєднує ці ознаки з високими показниками надою.

Середня, пряма, статистично вірогідна кореляція встановлена між надоем корів і кількістю молочного жиру ($r=+0,41$ і $r=+0,52$), кількістю молочного білку ($r=+0,32$ і $r=+0,38$).

Сильний, прямий і достовірний взаємозв'язок встановлено між надоем за лактацію і найвищим добовим надоем ($r=+0,79$ – і $r=+0,84$) і середньодобовим надоем ($r=+0,83$ і $r=+0,89$).

Висновок. Дослідженнями встановлено та відмічено, що корови обох

порід характеризуються за високим показником постійності лактації, хоча й показник у корів симентальської породи становив 98,9% на 3,6% переважав показник корів УЧеРМП, також фенотипова мінливість коефіцієнта постійності лактації переважала на 6,2%. Досліджуючи взаємозв'язок між живою масою і молочною продуктивністю, достовірний і наявний зв'язок встановлено лише із ознакою надій (симентальська порода – +0,46, УЧеРМП – +0,39. Надій молока був вищим у корів симентальської породи на 6,4%, супроти показника корів УЧеРМП, при вірогідній різниці, поступаючись в тому числі їм за жирномолочністю на 0,04%. Показник кількості молочного жиру і білку у корів симентальської породи, проти УЧеРМП був більшим на 56 кг (16,4%) і 42,6 кг (15,9%). На основі отриманих даних можна сформулювати пропозицію щодо виділення кращих тварин і проведення ефективного підбору.

Список використаної літератури

1. Батир Р.Ю. Вплив кратності доїння на продуктивність корів. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2018. №109. С. 8-13.
2. Бусенко О.Т. та ін. Технологія виробництва продукції тваринництва. Підручник. К.: Аграрна освіта, 2001. 432 с.
3. Варпіховський Р.Л. Вплив режиму доїння на склад та властивості молока корів української чорно-рябої молочної породи. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 4 (103). С. 83-89.
4. Лоретц О.Г., Харлап С.Ю., Горелик А.С. Вплив сезону року на молочну продуктивність корів. *Кормовиробництво, продуктивність, довголіття та добробут тварин*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2018. С. 36-38.
5. Палій А. П., Науменко О.А. Інноваційні технології та технічні системи у молочному скотарстві. Х.: ФОП, 2015. 323 с.
6. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Паладійчук О.Р., Берник І.М. Розробка науково обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та покращення якості сировини за рахунок інновацій та досліджень в умовах виробництва: Монографія. Вінниця. 2020. 174 с.
7. Тимошенко В., Музика О., Москальов О., Шматко Н. Комфорт корів – запорука високої продуктивності. *Тваринництво*. 2014. № 8. С. 39-41.

Тарас ОСАДЧИЙ⁷,
магістр 2-го року навчання,
Аліна КОСЕНКО⁷,
магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНЕЙ ВЕЛИКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ

***Анотація.** Додавання адсорбенту «Клінотоксил» до раціону відгодівельних свиней позитивно вплинуло на їхні забійні та м'ясні якості. Свині з дослідної групи продемонстрували кращі результати у забійних показниках: передзабійна маса була більшою на 2 кг, маса парної туші – на 2,81 кг, забійний вихід збільшився на 1,43%. Площа "м'язового вічка" також була більшою на 0,6 см² або на 1,8%. Вихід м'яса в тушах дослідної групи склав 55,13%, що на 1,16% більше, ніж у контрольній групі, тоді як вихід сала в тушах становив 33,85%, що дещо менше за контрольну групу. Співвідношення м'яса до сала в тушах дослідної групи становило 1/0,63, що також вище за показник контрольної групи. Додавання адсорбенту «Клінотоксил» до раціону свиней сприяло підвищенню інтенсивності їхнього росту до семимісячного віку, що призвело до збільшення живої маси на 13,6% і дозволило отримати додатково 14 кг свинини з кожної тварини.*

***Ключові слова:** відтворення, сервіс-період, осіменіння, лактація, середньодобовий удій, сухостійний період, індекс осіменіння.*

***Annotation.** Addition of the adsorbent "Clinotoxyl" to the diet of fattening pigs had a positive effect on their slaughter and meat qualities. Pigs from the experimental group showed better results in terms of slaughter performance: the pre-slaughter weight was 2 kg higher, the weight of the paired carcass was 2.81 kg, the slaughter yield increased by 1.43%. The area of the "muscle eye" was also 0.6 cm² or 1.8% larger. The yield of meat in the carcasses of the experimental group was 55.13%, which is 1.16% more than in the control group, while the yield of fat in the carcasses was 33.85%, which is slightly less than the control group. The ratio of meat to lard in the carcasses of the experimental group was 1/0.63, which is also higher than the indicator of the control group. Addition of the adsorbent "Clinotoxyl" to the diet of pigs helped to increase the intensity of their growth up to the age of seven months, which led to an increase in live weight by 13.6% and allowed to obtain an additional 14 kg of pork from each animal.*

⁷Науковий керівник: Тетяна Голубенко, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

Key words: reproduction, service period, insemination, lactation, average daily milk yield, dry period, insemination index.

Вступ. Свинарство, як і інші види сільськогосподарського тваринництва, у провідних країнах світу постійно розвивається, впроваджуючи інтенсивні технології та підвищуючи продуктивність свиней, що забезпечує стабільний обсяг виробництва продукції. Постійний попит і зростання цін на м'ясо роблять тваринництво, зокрема свинарство, привабливою галуззю для серйозних інвестицій, створюючи довгострокові можливості для зростання і розвитку ефективного бізнесу. Покращення м'ясних якостей свиней, затребуваних у сучасному світі, вимагає підвищення продуктивності існуючих порід та створення нових ліній і типів свиней за допомогою найкращих світових генофондів [1, 3].

Високі показники у галузі свинарства обумовлені високою спеціалізацією, створенням ефективної кормової бази та створенням необхідних умов. Значна частина свиней сконцентрована в спеціалізованих свинарських комплексах, де продуктивність тварин перевищує в 2-3 рази та витрати праці в 8-10 разів менші, ніж в інших господарствах [2, 6].

Матеріально-технічна та селекційна база галузі свинарства, завдяки інтенсивному використанню, дозволяє виробляти не менше 40% загального обсягу свинини на м'ясному ринку. Нині в Україні використовуються як внутрішні, так і імпорتنі породи свиней, більшість з яких адаптовані до місцевих умов утримання та годівлі і відзначаються високою продуктивністю [4].

В Україні наразі виробництвом свинини займаються в основному дві основні групи виробників: приватні господарства населення і сільськогосподарські підприємства. За останні два-три роки приватні господарства утримували близько 62-65% від загальної кількості свиней [5].

Мета статті полягає в дослідженні, під час якого отримано нові дані про інтенсивність росту та формування м'ясної продуктивності свиней при включенні до раціону адсорбенту «Клінотоксил» у дозі 1 кг на тону комбікорму.

Виклад основного матеріалу. Серед переваг та особливостей препарату «Клінотоксил», на які наголошує виробник, можна виділити наступні: «Клінотоксил» є адсорбуючою сумішшю, дія якої базується на утворенні незворотних зв'язків з молекулярною структурою мікотоксинів, що перешкоджає їх відновленню та негативному впливу на організм. Він поглинає міко-, бактеріо- та фітотоксини, що містяться в зерні та кормах, підвищуючи продуктивність тварин. Компоненти кормової добавки Клінотоксил не викликають змін у розвитку мікрофлори кишківника і дозволяють зберігати його нормальний склад під час використання. Препарат також сприяє відновленню захисної функції печінки [3].

Клінотоксил ефективно абсорбує надлишкову вологу, газу та ендотоксини в організмі, що дозволяє ефективно запобігати діареї.

Однією з переваг цієї добавки є те, що її компоненти не впливають на розвиток мікрофлори шлунково-кишкового тракту, зберігаючи її нормальну

функцію, що в результаті підвищує продуктивні та забійні показники. Використання препарату сприяє зниженню рівня аміаку в органах травлення та посліді, що позитивно впливає на поведінку тварин. Він також відомий своєю здатністю зв'язувати важкі метали та шкідливі гази. Крім адсорбційних властивостей, препарат слугує додатковим джерелом мікроелементів. Ефективно виводиться з організму протягом 36 годин [5].

Спеціальний комплекс органічних кислот у препараті застосовується в певній послідовності з визначеним часом експозиції, що дозволяє контролювати процес декатіонування та абсорбцію двоосновних кислот, які входять до складу препарату Клінотоксил. Ці кислоти сприяють розщепленню токсичних речовин та підвищують поживну цінність кормів.

Фумарова кислота, яка є частиною циклу трикарбонових кислот (циклу Кребса), грає ключову роль у метаболізмі та є основним джерелом енергії при хімічних перетвореннях. Тому, навіть при вживанні неякісних кормів, фумарова кислота забезпечує їх швидке перетравлення без інтоксикації [2].

Додавання органічних кислот знижує рівень рН до 3,1, що позитивно впливає на шлунок, підвищуючи його моторно-секреторну функцію, засвоєння речовин і продуктивні показники свиней. До складу препарату «Клінотоксил» включено ряд компонентів (комерційна таємниця виробника), які мають позитивний вплив на мікрофлору шлунково-кишкового тракту. Сорбент мікотоксинів «Клінотоксил» вирізняється тим, що його використання не накладає жодних обмежень на використання продукції тваринництва. Препарат підтвердив реєстрацію в Україні – свідоцтво №АВ-04928-04- 13 дійсне до 16.12.2024 р. форма випуску – порошок, пакування 1 та 20 кг.

Склад препарату приведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Склад адсорбенту «Клінотоксил»

Компонент	Вміст, %
Алюмосилікати	80,0
Кислота фумарова	5,0
Кислота лимонна	10,0
Кислота янтарна	5,0

В різні періоди віку піддослідне поголів'я зважували для моніторингу процесів росту та розвитку. Результати зведено до таблиці 2.

Аналіз таблиці показує, що протягом всіх вікових періодів молодняк дослідної групи виявив перевагу щодо живої маси порівняно з контрольними тваринами. На протязі періоду від 2 до 7 місяців ця перевага складала 6,1% у віці 2 місяці, 14,6% у віці 3 місяці, 19,6% у віці 4 місяці, 12,8% у віці 5 місяців і 12,0% у віці 6-7 місяців.

Таблиця 2

Динаміка живої маси молодняку свиней

Вік	Група	
	I (контрольна)	II (дослідна)
2 місяці	16,43±0,25	16,44±0,13
3 місяці	28,65±0,25	32,83±0,24
4 місяці	33,58±0,22	40,15±0,45
5 місяців	60,05±0,21	67,75±0,65
6 місяців	78,84±0,40	88,34±0,57
7 місяців	103,64±0,40	117,14±0,57

Контрольний забій свиней було проведено у віці 8 місяців. З кожної з піддослідних груп відібрали по 4 тварини з найвищою живою масою на момент реалізації. Процедуру забою виконали згідно з технологіями, що застосовуються на м'ясопереробних підприємствах. Після забою визначали масу півтуші без шкіри, масу туші та вихід туші для свиней з різних піддослідних груп (табл. 3).

Таблиця 3

Забійні та м'ясні якості свиней

Показник	Група	
	I (контрольна)	II (дослідна)
Передзабійна жива маса, кг	102,00±1,15	104,00±3,00
Маса парної туші, кг	67,57±2,17	70,38±2,8
Забійний вихід, %	66,20±1,36	67,63±0,88
Площа «м'язового вічка», см ²	33,27±3,57	33,87±3,47
Товщина шпику, мм: над 6-7-м грудними хребцями	32,67±4,26	37,33±3,84
останнє ребро	25,00±5,00	26,33±6,06
крижі	24,33±4,81	32,33±5,46

Згідно з даними таблиці, тварини дослідної групи продемонстрували кращі забійні якості. Передзабійна маса у дослідної групи була більшою на 2 кг, маса парної туші – на 2,81 кг, а забійний вихід – на 1,43%. Площа «м'язового вічка» виявилася більшою на 0,6 см² або на 1,8%. Товщина шпику над 6-7 грудними хребцями також була вищою у тварин дослідної групи на 4,66 мм або на 14,3%.

Більш точний висновок про продуктивність свиней можна зробити на основі даних про кількість і якість отриманої від них м'ясної продукції. Об'єктивним показником м'ясної продуктивності є морфологічний склад туші свиней (табл.4).

Морфологічний склад туші

Показник	Група	
	I (контрольна)	II (дослідна)
Маса парної туші, кг	67,57±2,17	70,38±2,8
Маса сала, кг	23,92±1,08	23,82±1,40
Маса м'яса, кг	36,47±3,09	38,80±2,14
Маса кісток, кг	7,18±0,14	7,76±0,86
Вихід, %		
сала	35,40±2,53	33,85±2,10
м'яса	53,97±2,70	55,13±1,15
кісток	10,63±0,38	11,02±1,05
Відношення в туші м'ясо / сало	1:0,53	1:0,63
Енергетична цінність м'яса, Ккал	121,85 ±4,66	109,42±8,91

Додавання адсорбенту «Клінотоксил» до раціону відгодівельних свиней позитивно вплинуло на їхні забійні та м'ясні якості.

Аналіз даних свідчить, що відсоток виходу м'яса в тушах дослідної групи становить 55,13%, що на 1,16% перевищує показники контрольної групи, що свідчить про високий рівень м'ясності свиней, відгодованих з додаванням адсорбенту «Клінотоксил». Вихід сала в тушах становить 33,85%, що дещо нижче показника контрольної групи. Співвідношення м'яса до сала в тушах дослідної групи становить 1/0,63, що також є вищим за показник контрольної групи.

Калорійність свинини на 100 грамів варіюється від 137 ккал (вирізка) до 787 ккал (сало). За рівнем калорійності свинину поділяють на жирну, напівжирну і м'ясну. Калорійність свинини майже не змінюється навіть у процесі термічної обробки. Енергетична цінність м'яса I групи становила 121,85 ккал, що на 12,43 ккал менше порівняно з II групою.

Висновок. Дослідна група додатково отримувала сорбент «Клінотоксил» у дозі 1 кг на тонну кормосуміші. Після досягнення цільової живої маси 100-110 кг, тварин знімали з відгодівлі та здавали на м'ясокомбінат у живій вазі. Протягом усіх вікових періодів молодняк дослідної групи демонстрував вищу живу масу порівняно з контрольними тваринами: на 6,1% у віці 2 місяців, на 14,6% у віці 3 місяців, на 19,6% у віці 4 місяців, на 12,8% у віці 5 місяців і на 12,0% у віці 6-7 місяців. Середній вік досягнення живої маси 100 кг у дослідній групі становив 196 днів, при цьому середньодобовий приріст складав 671 г, а витрати кормів становили 4,1 кг на 1 кг приросту живої маси. У контрольних тварин великої білої породи були зафіксовані більші витрати кормів, що становили 4,5 кг на 1 кг приросту живої маси. Додавання адсорбенту «Клінотоксил» у раціон відгодівельного поголів'я свиней позитивно вплинуло на забійні та м'ясні якості піддослідних тварин. Дослідна група демонструвала

кращі забійні показники: передзабійна маса була на 2 кг більшою, маса парної туші – на 2,81 кг більшою, забійний вихід – на 1,43% вищим, а площа «м'язового вічка» – на 0,6 см² (або на 1,8%) більшою. Процент виходу м'яса в тушах дослідної групи становить 55,13%, що на 1,16% більше, ніж у контрольній групі. Аналіз даних показує, що процент виходу м'яса в тушах дослідної групи складає 55,13%, що на 1,16% перевищує цей показник у контрольній групі. Вихід сала в тушах дослідної групи становить 33,85%, що дещо менше, ніж у контрольній групі. Проте співвідношення м'яса до сала у тушах дослідної групи – 1/0,63 – є кращим порівняно з показником контрольної групи.

Список використаної літератури

1. Гераніна Л., Гайдаєнко О. Основні вимоги до відбору та добору свиней в сучасних умовах господарювання. *Агробізнес сьогодні*. 2023. № 1-2(488- 489). С. 42-44.
2. Ібатуллін М.І. Ринок продукції свинарства: оптимальне поєднання ринкового і державного регулювання: монографія. Київ: Аграрна наука. 2017. 383 с.
3. Михалко О.Г. Сучасний стан та шляхи розвитку свинарства в світі та в Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип. 3 (46). С. 61-71.
4. Пелих В.Г., Круподер М.С., Ушакова С.В. Підвищення відтворювальних якостей свиноматок. *Актуальні проблеми підвищення якості та безпеки виробництва й переробки продукції тваринництва*. 2020. С. 129-131.
5. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Купчук І.М., Вугляр В.С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2022. 248 с.
6. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Ушаков В.М., Бабков Я. І. Вплив кормових добавок та комбікормів на продуктивність та якість м'яса у свиней: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ. 2021. 202 с.

Матвій ОСТАПЕЦЬ⁸,
магістр 2-го року навчання,
Вадим ДЕНИСОВ⁸,
магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ПОРОДИ НА ФОРМУВАННЯ М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНЕЙ

***Анотація.** Найвищий показник живої маси поросят при відлученні мали тварини II дослідної групи (10,75 кг), а тварини I контрольної групи найнижчий заданий показник (9,84 кг). За 2 місяць відгодівлі абсолютний приріст контрольної групи був на рівні 9,8 кг, що на 2,5 кг або 25,5% менше в порівнянні з II (ВБ×Л) групою, та на 2,7 кг або 27,6% - III група. За 3 місяць відгодівлі середньодобовий приріст тварини I контрольної групи (ВБ) був на рівні 623 г і вище II (ВБ×Л) та III (ВБ×Л×Д) дослідної групи на 4,2% або 26 г. Найвищий показник середньодобового приросту (787 г) при найменших витратах корму на 1 кг приросту (3,49 од.) мали тварини III групи комбінації (ВБ × Л × Д). Найвища забійна маса була у тварин дослідних груп, так II група (ВБ × Л) мала показник 83,5 кг, а тварини III групи (ВБ × Л × Д) – 85,2 кг, при цьому забійний вихід був на рівні 75,6-76,0%, що в загальному більше I групи (ВБ) на 1,7 та 2,1 відповідно.*

***Ключові слова:** відтворення, сервіс-період, осіменіння, лактація, середньодобовий удій, сухостійний період, індекс осіменіння.*

***Annotation.** The animals of the II experimental group had the highest indicator of live weight of piglets at weaning (10.75 kg), and the animals of the I control group had the lowest specified indicator (9.84 kg). During the 2nd month of fattening, the absolute gain of the control group was at the level of 9.8 kg, which is 2.5 kg or 25.5% less compared to the II (VB×L) group, and 2.7 kg or 27.6% less - III group. During the 3rd month of fattening, the average daily gain of animals of the I control group (WB) was at the level of 623 g and higher than the II (WB×L) and III (WB×L×D) of the experimental group by 4.2% or 26 g. The highest rate of average daily growth (787 g) with the lowest consumption of feed per 1 kg of growth (3.49 units) had animals of the III group of the combination (WB × L × D). The animals of the experimental groups had the highest slaughter weight, so the II group (WB × L) had an indicator of 83.5 kg, and the animals of the III group (WB × L × D) – 85.2 kg, while the slaughter yield was at the level of 75, 6-76.0%, which in general is more than the 1st group (VB) by 1.7 and 2.1, respectively.*

⁸Науковий керівник: Тетяна Голубенко, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

Key words: reproduction, service period, insemination, lactation, average daily milk yield, dry period, insemination index.

Вступ. Розведення свиней залишається однією з найбільш рентабельних галузей тваринництва завдяки їх високій багатоплідності та швидкому росту. Однак для досягнення максимальної видачі у цій галузі, важливо оптимізувати технологічні процеси і створити належні умови для тварин, забезпечуючи належні умови життя, особливо в промисловому масштабі [1, 3].

Для покращення галузі свинарства, її введення на світовий рівень та максимального використання біологічних властивостей свиней для задоволення потреб людини, необхідно покращити систему розведення та селекційної роботи в свинарстві. Це включає в себе як чітке поєднання племінних і товарних господарств, так і зміцнення кормової бази і впровадження передових технологій та наукових досягнень [2].

Україна активно розвиває виробництво свинини, збільшуючи поголів'я свиней, переходячи до інтенсивних методів господарювання та впроваджуючи міжпородне схрещування та гібридизацію, що сприяють значному підвищенню продуктивності тварин.

Розвиток галузі свинарства в значній мірі залежить від біологічних особливостей свиней та їх здатності адаптуватися до зміни середовища. Відтворювальні якості свиней є важливим показником їх адаптації та визначають їхню продуктивність на різних етапах використання [5, 6].

Існує значна різниця між продуктивністю у секторах племінного та товарного свинарства, що ускладнює інтенсифікацію галузі. У товарних господарствах часто відзначаються проблеми з обслуговуванням маточного поголів'я, що призводить до втрат продуктивності [4].

Мета статті полягає в дослідженні даних щодо інтенсивності росту та формуванні м'ясної продуктивності свиней зарубіжної селекції.

Виклад основного матеріалу. Один із способів підвищення продуктивності в промисловому свинарстві – це використання схрещування та гібридизації, що може підвищити загальні продуктивні якості тварин на приблизно 10-15%.

В Україні останнім часом переважно використовується велика біла порода свиней, для якої вітчизняні селекціонери створили нові інбридингові материнські та батьківські лінії [1].

У господарстві використовуються свиноматки великої білої породи англійської селекції, а також їх поєднання з спеціалізованими м'ясними породами, такими як ландрас, дюрк.

З цієї причини важливо проводити порівняльну оцінку ефективності використання поросят спеціалізованих закордонних порід і внутрішньої селекції при їх гібридизації зі свиноматками великої білої породи.

Згідно з поставленими завданнями ми досліджували репродуктивні якості свиноматок великої білої породи в різних варіантах схрещування (табл. 1).

Таблиця 1

Показники фертильності свиноматок різних генеалогічних поєднань

Групи тварин	Показники фертильності		
	багатоплідності, гол	молочності, кг	великоплідності, кг
I	10,23±0,17	47,75±0,68	1,22±0,04
II	10,35±0,15	46,36±0,82	1,35±0,03
III	10,17±0,13	45,47±0,77	1,26±0,05

Важливо відзначити, що всі досліджувані генотипи тварин показали високу відтворність. Тварини в комбінації (ВБ × Л) II група мали найвищі показники плодючості - 10,35 голів, що перевершує породистих тварин контрольної групи на 0,12 голів або 1,17%, і тварин третій дослідної групи на 0,18 голів. Значущих відмінностей за цим показником не було виявлено.

Показник високої фертильності коливався від 1,26 кг у тварин третій дослідної групи (ВБ × Л × Д). до 1,35 кг у тварин комбінації (ВБ × Л). Значущих відмінностей за цим показником не виявлено. За молочністю свиноматки всіх дослідних груп відставали від тварин контрольної групи на 3,67 кг.

Як за кількістю поросят на момент відлучення, так і за масою гнізда при відлученні у віці 30 днів достовірно переважали тварини II дослідної групи, причому не лише контрольну, але і III дослідну групи (табл. 2).

Таблиця 2

Показники відтворення свиноматок при відлученні приплоду

Групи	Відтворювальні якості при відлученні у віці 30 днів			
	кількість поросят, гол	маса гнізда, кг	жива маса 1 голови, кг	збереженість, %
I	9,35±0,24	93,78±2,33	9,84±0,14	91,69
II	9,68±0,22	95,22±2,01	10,75±0,18	94,24
III	9,32±0,18	90,58±3,02	10,10±0,16	92,58

Різниця у масі гнізда при відлученні I та II становила 1,44 кг. Найменшу масу гнізда при відлученні характеризували тварини III дослідної групи. Вони поступалися тваринам контрольної групи на 3,2 кг.

Найвищий показник живої маси поросят при відлученні мали тварини II дослідної групи (10,75 кг), а тварини I контрольної групи найнижчий заданий показник (9,84 кг). Слід зазначити, що тварини всіх досліджуваних поєднань відрізнялися високим показником збереження (91,69...94,24%). Найкращий показник у II дослідної групи (94,24%).

Найважливішим показником для оцінки енергії росту свиней є їх жива маса в різні періоди онтогенезу. Ця оцінка залежить від генетичних чинників та методів розведення тварин. Один з основних методів для збільшення живої маси полягає в схрещуванні різних порід, що сприяє виявленню ефекту гетерозису. Рівень живої маси в певній мірі визначає відгодівлю свиней. У цьому контексті важливо порівнювати динаміку живої маси породистих та місцевих тварин. Особливо важливо визначити енергію росту місцевого молодняка, який був отриманий за допомогою спеціалізованих м'ясних порід та типів, включаючи вітчизняну селекцію.

Наше дослідження щодо двопородних варіантів схрещування підтверджує переваги використання не тільки породи Дюрок української селекції, але також породи Ландрас. Важливо зазначити, що для досягнення максимального гетерозису необхідно провести правильний відбір та оптимальну технологію вирощування місцевого молодняка. Таким чином, метою нашого дослідження було вивчення закономірностей росту породистих та місцевих свиней на різних етапах росту. Зважування проводили за методикою у віці 1-7 місяців (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка живої маси молодняка свиней різних генотипів (кг)

Вік, міс	Група		
	I	II	III
1	5,4±0,21	5,7±0,24	6,1±0,18
2	18,6±0,14	18,9±0,16	19,4±0,09
3	28,4±0,22	31,2±0,35	31,9±0,29
4	47,1±0,33	49,1±0,57	49,8±0,55
5	60,2±0,48	63,2±0,25	65,2±0,58
6	81,5±0,53	87,3±1,17	88,5±0,51
7	103,6±0,40	110,5±0,43	112,1±0,57

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що усі тварини з усіх дослідних груп мали високу живу масу протягом всього періоду дослідження та перевищували молодняк I групи (ВБ) у 3 місяці на 3,5 кг (ВБ×Л ×Д) та на 2,8 (ВБ×Л) і 6 місяців на 7 кг та 5,8 кг відповідно. Найшвидшими в рості були тварини з третьої дослідної групи, і вони відрізнялись від молодняка з контрольної групи найбільшою різницею в темпах росту.

Встановлену закономірність підтвердили результати оцінки інтенсивності росту за абсолютним, середньодобовим та відносним приростом. Аналіз показників абсолютного приросту за весь період дослідження був найбільшим у тварин дослідних груп (рис. 1).

Результат аналізу даних показав, що III (ВБ×Л×Д) група дослідних тварин

мала найвищі показники абсолютного приросту. Так, в перший місяць відгодівлі різниці між тваринами майже не було. За 2 місяць відгодівлі абсолютний приріст контрольної групи був на рівні 9,8 кг, що на 2,5 кг або 25,5% менше в порівнянні з II (ВБ×Л) групою, та на 2,7 кг або 27,6% - III група.

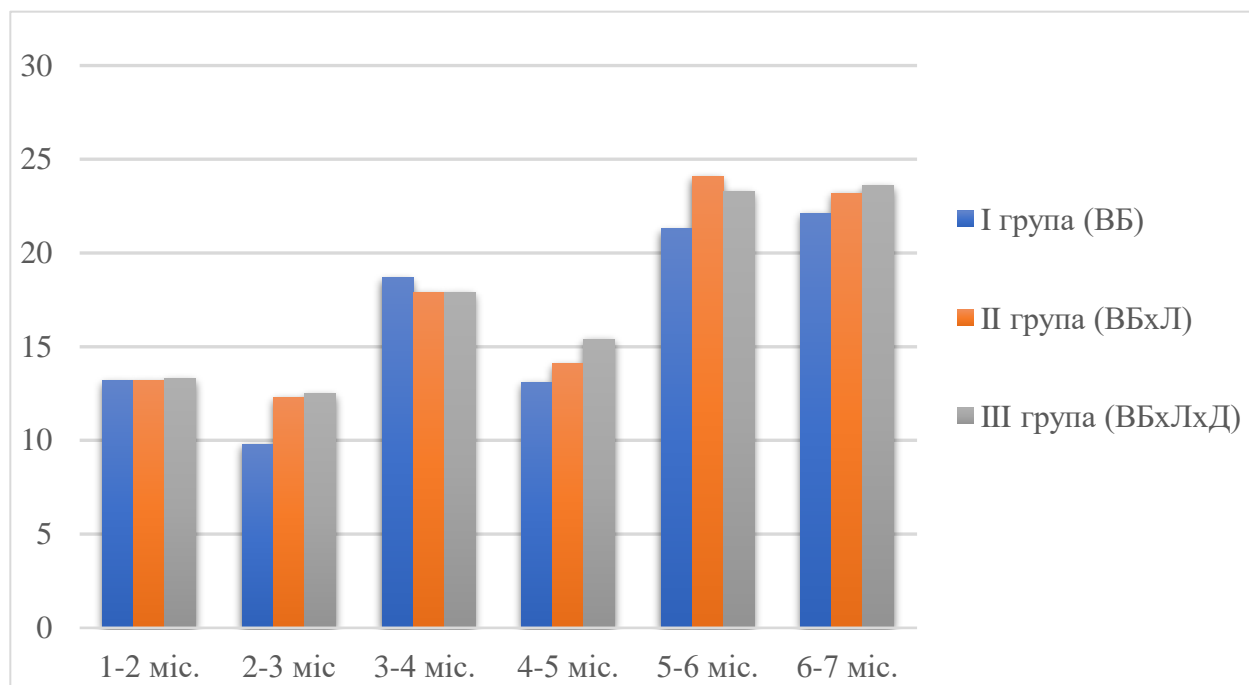


Рис.1. Абсолютний приріст молодняка свиней різних генотипів, кг

За останні місяці відгодівлі найвищі показники мали тварини дослідної групи. Так за 5 місяць різниця склала 13,1% в порівнянні з II дослідною групою та 9,4 з III групою. За 7 місяць найвищий показник у III групи 23,6 кг або на 6,8% більше до контрольної.

Висновок. Найвищий показник живої маси поросят при відлученні мали тварини II дослідної групи (10,75 кг), а тварини I контрольної групи найнижчий заданий показник (9,84 кг). За 2 місяць відгодівлі абсолютний приріст контрольної групи був на рівні 9,8 кг, що на 2,5 кг або 25,5% менше в порівнянні з II (ВБ×Л) групою, та на 2,7 кг або 27,6% - III група. За 3 місяць відгодівлі середньодобовий приріст тварини I контрольної групи (ВБ) був на рівні 623 г і вище II (ВБ×Л) та III (ВБ×Л×Д) дослідної групи на 4,2% або 26 г. Найвищий показник середньодобового приросту (787 г) при найменших витратах корму на 1 кг приросту (3,49 од.) мали тварини III групи комбінації (ВБ × Л × Д). Найвища забійна маса була у тварин дослідних груп, так II група (ВБ × Л) мала показник 83,5 кг, а тварини III групи (ВБ × Л × Д) – 85,2 кг, при цьому забійний вихід був на рівні 75,6-76,0%, що в загальному більше I групи (ВБ) на 1,7 та 2,1 відповідно. В перший місяць відгодівлі різниці між тваринами майже не було. За 2 місяць відгодівлі абсолютний приріст контрольної групи був на рівні 9,8 кг, що на 2,5 кг або 25,5% менше в порівнянні з II (ВБ×Л) групою, та на 2,7 кг або 27,6% - III група.

Список використаної літератури

1. Гераніна Л., Гайдаєнко О. Основні вимоги до відбору та добору свиней в сучасних умовах господарювання. *Агробізнес сьогодні*. 2023. № 1-2 (488- 489). С. 42-44.
2. Ібатуллін М.І. Ринок продукції свинарства: оптимальне поєднання ринкового і державного регулювання. Монографія. Київ: Аграрна наука. 2017. 383 с.
3. Михалко О.Г. Сучасний стан та шляхи розвитку свинарства в світі та в Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2021. Вип. 3 (46). С. 61-71.
4. Пелих В.Г., Круподер М.С., Ушакова С.В. Підвищення відтворювальних якостей свиноматок. *Актуальні проблеми підвищення якості та безпеки виробництва й переробки продукції тваринництва*. 2020. С. 129-131.
5. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Купчук І.М., Вугляр В.С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2022. 248 с.
6. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Ушаков В.М., Бабков Я.І. Вплив кормових добавок та комбікормів на продуктивність та якість м'яса у свиней: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ. 2021. 202 с.

Ігор СПЛОДИТЕЛЬ⁹,
студент 4-го курсу,
факультету технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВАЖЛИВІСТЬ ЗБАЛАНСОВАНОЇ ГОДІВЛІ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ТА ПРОДУКТИВНОСТІ КРОЛІВ

Анотація. У статті розглядаються питання ефективності використання кормових добавок у кролівництві. Використання кормових добавок дозволяє покращити загальний стан кролів, сприяючи їх швидшому росту та підвищенню якості продукції. Добавки, що містять вітаміни, пробіотики та мінерали, позитивно впливають на імунітет кролів і знижують ризик захворювань. Зазначаються можливі ризики що пов'язані з неправильним дозуванням або надмірним використанням добавок. Основними компонентами раціону кролів є зернові, бобові, зелень і вітамінно-мінеральні добавки, які сприяють швидкому набору ваги і поліпшенню якості м'яса.

⁹ Науковий керівник: Разанова О.П., доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва

Ключові слова: кормові добавки, кролі, годівля, пробіотики, вітамінні добавки, мінерали, продуктивність тварин.

Abstract. *The article discusses the effectiveness of the use of feed additives in rabbit breeding. The use of feed additives makes it possible to improve the general condition of rabbits, contributing to their faster growth and increasing the quality of products. Additives containing vitamins, probiotics and minerals have a positive effect on the immunity of rabbits and reduce the risk of diseases. Possible risks associated with incorrect dosage or excessive use of supplements are indicated. The main components of the rabbit's diet are grains, legumes, greens and vitamin and mineral supplements, which contribute to rapid weight gain and improvement of meat quality.*

Key words: *feed additives, rabbits, feeding, probiotics, vitamin supplements, minerals, animal productivity.*

Вступ. З кожним днем все більше людей замислюються про здорове харчування. Кроляче м'ясо – це дієтичний оздоровчий продукт, який набуває все більшої популярності на світовому та українському ринку. При правильно збалансованій годівлі та догляді за цими тваринами, кролівництво може стати однією із найприбутковіших галузей в сільського господарства.

Кролівництво не потребує великих затрат, адже при вирощуванні кролів не використовуються стимулятори для росту та інші хімічні речовини. Крім того, організм кролів м'ясних порід вже на третьому місяці досягає оптимального розміру та маси, а раціон кролів на 50% складаються із зернових.

Крім того, кролі є невибагливі в утриманні, а їх розведення не потребує великих площ. З огляду на це, кролівництво є вигідним варіантом для фермерів, які хочуть отримати швидкий прибуток з мінімальними витратами [1].

Метою дослідження є аналіз ролі збалансованого раціону в забезпеченні здоров'я та підвищенні продуктивності кролів.

Виклад основного матеріалу. Комбікорм є одним з основних факторів, що впливає на продуктивність кролівництва. Він забезпечує всі поживні речовини, вітаміни та мінерали, необхідні для оптимального росту і розвитку. Збалансований раціон повинен містити білки, жири, вуглеводи і мікроелементи, які сприяють зміцненню імунної системи і здоров'я тварин. Основними компонентами раціону кролів є зернові, бобові, зелень і вітамінно-мінеральні добавки, які сприяють швидкому набору ваги і поліпшенню якості м'яса [2].

Білок є основним компонентом тваринних тканин, деяких гормонів та ферментів. У рослинному світі відомо понад 300 амінокислот, але тільки 20 з них вважаються необхідними для тваринних тканин. Вони називаються незамінними. Тварини не можуть виробляти ці амінокислоти самостійно і тому потребують їх у своєму раціоні. До незамінних амінокислот належать аргінін, ізолейцин, гістидин, лейцин, метіонін, лізин, фенілаланін, триптофан, треонін і валін. Зернові є найбільш дефіцитними в раціоні кролів через низький вміст метіоніну та лізину. Раціони з дефіцитом метіоніну та лізину негативно впливають на ріст і репродукцію [8].

Засвоюваність протеїну залежить від віку кроленяти, що росте. Вона знижується після відлучення і досягає стабільного рівня до 9-тижневого віку. Коли кролики ростуть, споживання корму також збільшується, тому вони споживають більше протеїну, а його засвоюваність вже не має такого значення. Загальна потреба в протеїні задовольняється за рахунок споживання дієтичного корму та м'яких випорожнень. Вагітним і годуючим самкам потрібно більше білка в раціоні. Ці надзвичайно високі рівні білка часто призводять до негативного білкового балансу, змушуючи самку видобувати білок із власних запасів організму.

Основна роль вуглеводів у раціоні кролів – забезпечення енергії. Найважливішими вуглеводами в раціоні кролів є крохмаль і клітковина. Крохмаль є легкодоступним і засвоюваним джерелом енергії. Зернові є хорошим джерелом крохмалю, але раціони з високим вмістом зернових можуть спричинити перевантаження крохмалем заднього відділу кишечника, що призводить до ентериту. Клітковина важлива для загального здоров'я, моторики кишечника і апетиту. Бактеріальна популяція заднього відділу кишечника дозволяє кролям частково перетравлювати клітковину.

Кролі мають високе споживання корму (65-80 г/кг маси тіла) і швидкий час перетравлення (~19 годин), що дозволяє їм задовольняти свої потреби в поживних речовинах навіть при споживанні кормів низької якості. Низькоенергетичні раціони також збільшують гетеротрофне виробництво і поглинання, але поєднання дієт з високим вмістом клітковини та обмеження корму може призвести до дефіциту енергії.

Жири також є основним джерелом енергії. Додавання жирів до раціону кролів покращує смакові якості, зменшує кількість дрібної фракції та покращує всмоктування жиророзчинних вітамінів (А, D, Е і К) у травній системі. Заміна частини легкозасвоюваних вуглеводів (крохмалю) жиром може підвищити енергетичну цінність корму без зменшення кількості клітковини. Споживання секотрофів забезпечує раціон летючими жирними кислотами (ЛЖК), основним джерелом енергії для кроликів.

Організму тварини важливо отримувати усі потрібні амінокислоти. Амінокислоти є критично важливими для кролів, оскільки вони є будівельними блоками білків, необхідних для росту, розвитку та відновлення тканин. Вони підтримують імунну систему, сприяють обміну речовин і виробництву гормонів, а також відіграють роль у психічному здоров'ї через виробництво нейротрансмітерів (таблиця 1).

Таблиця 1

Основні амінокислоти у кормових добавках та їх функція

Амінокислота	Функція
Ізолейцин	Підтримує енергетичний обмін, сприяє відновленню
Лізин	Необхідний для синтезу білків і росту
Метіонін	Важливий для обміну жирових кислот і синтезу креатину
Треонін	Підтримує імунну систему, допомагає у формуванні антитіл
Лейцин	Сприяє росту м'язів та відновленню тканин
Триптофан	Сприяє виробленню серотоніну, впливає на настрій

Потреба в підтримці (2100-2200 ккал/кг) становить основну частину енергетичних потреб кролів. Розмноження та ріст вимагають на 300-500 ккал/кг більше, ніж утримання. Обмежена годівля може негативно вплинути на ріст і репродукцію та викликати ентерит.

Мінерали поділяються на макро- та мікроелементи. Макромінерали включають кальцій, фосфор, натрій, магній і калій, добова потреба в яких виражається в грамах. До мікроелементів належать мідь, цинк, марганець, залізо, йод, селен і кобальт, добова потреба в яких виражається в міліграмах.

Кальцій і фосфор є основними компонентами кісткової системи. Кальцій відіграє важливу роль в органічних процесах, таких як робота серця, скорочення м'язів, згортання крові та електролітний баланс. Фосфор також бере участь в енергетичному обміні. Метаболізм кальцію в організмі кролів дуже унікальний. Надлишок кальцію виводиться з сечею, що є причиною утворення крейджних відкладень під кліткою [7].

Рекомендоване співвідношення кальцію до фосфору в раціоні становить від 1,5:1 до 2:1. Надлишок кальцію (>15 г/кг) сприяє кальцифікації м'яких тканин і знижує засвоєння фосфору та цинку, що може призвести до дефіциту цих мінералів. Надлишок фосфору в раціоні (>9 г/кг) може зменшити споживання корму і знизити фертильність.

Бобові містять багато кальцію, а зернові є хорошими джерелами фосфору. Поєднання зернових і люцерни загалом відповідає потребам кролів, що ростуть, у кальції та фосфорі. Лактуючі кролиці мають вищі потреби, ніж дорослі або нелактуючі, оскільки кроляче молоко дуже багате на обидва мінерали. Кроляче молоко містить в середньому в три-п'ять разів більше кальцію і фосфору, ніж коров'яче. При максимальному виробництві молока самки кролиць виділяють до 2 г кальцію.

Магній є основним компонентом кісткової тканини, кофактором у кількох ферментних реакціях і бере участь у передачі нервових імпульсів. Високий рівень кальцію в раціоні збільшує потребу в магнії, тому раціони з високим вмістом люцерни слід доповнювати магнієвими добавками. Пожовування шерсті, поширена ознака дефіциту, можна легко виправити за допомогою магнієвих добавок.

Натрій і хлорид відіграють важливу роль у регуляції кислотно-лужної рівноваги в крові та інших рідинах організму. Потреба кролів у натрії коливаються в межах 6,5-10 г/кг. Хлорид також бере участь у перетравленні протеїну, і його потреба оцінюється в 1,7-3,2 г/кг. Сіль (хлорид натрію) і гідрохлорид лізину регулярно додають до раціону як джерело натрію і лізину, забезпечуючи таким чином також і хлорид.

Мідь бере участь у метаболізмі заліза, енергетичному обміні, утворенні колагену та волосся. Дефіцит міді призводить до анемії, затримки росту, аномалій розвитку кісток і посивіння чорного волосся. Мідь широко використовується у всьому світі як стимулятор росту.

Цинк функціонує як кофактор для багатьох ферментів і бере участь у процесі поділу клітин. Відтворення та виробництво хутра вимагає вищих рівнів

цинку, ніж утримання та виробництво м'яса. Зниження репродуктивних показників, алопеція та дерматит є поширеними ознаками дефіциту цинку [10].

Марганець є кофактором метаболізму амінокислот і формування хрящів. Дефіцит марганцю погіршує розвиток скелета, включаючи крихкість кісток, викривлення ніг і зниження щільності кісткової тканини.

Залізо є основним компонентом пігментів та ферментів, бере участь у транспорті кисню та енергетичному обміні. Дефіцит заліза пригнічує утворення гемоглобіну, який переносить кисень у крові, що призводить до анемії. Більшість інгредієнтів корму природно багаті на залізо, але більшість комерційних преміксів для кроликів містять додатково 30-50 ppm заліза.

Йод входить до складу гормонів щитовидної залози, які регулюють енергетичний обмін. Дефіцит йоду призводить до зобу – збільшення щитовидної залози, яка намагається виробляти більше тиреоїдних гормонів. Потреба кроликів у йоді не встановлена, але лані більш чутливі до дефіциту йоду, ніж ховрахи [6].

Вітаміни можна розділити на жиророзчинні та водорозчинні. Вітаміни групи В і вітамін С є водорозчинними, тоді як вітаміни А, D, Е і К — жиророзчинні. Жиророзчинні вітаміни зберігаються в організмі, переважно в печінці та жирових відкладеннях, і не потребують щоденного споживання у великих кількостях. Водорозчинні вітаміни не зберігаються в організмі, а їх невикористана частина виводиться з сечею. Однак більшість вітамінів групи В синтезуються бактеріями в задньому відділі кишечника і споживаються під час поїдання котячих трофеїв, тому немає необхідності отримувати їх з раціону.

Вітамін А бере участь у рості та підтримці всіх тканин організму, а також у формуванні зору. Вітамін А також важливий для формування хрящів, а поширеною ознакою його дефіциту є відвисання вух. Печінка може накопичувати значну кількість вітаміну А, і при перевантаженні можуть виникати токсичні симптоми [9].

Основна роль вітаміну D полягає в регулюванні засвоєння кальцію і фосфору, що впливає на мінералізацію та мобілізацію кісток. У більшості видів тварин засвоєння кальцію регулюється кальцій-зв'язуючими білками, які, в свою чергу, регулюються вітаміном D. Вітамін Е тісно співпрацює з селеном, запобігаючи окисленню клітин і підтримуючи імунну систему. М'ясо кролів, яким згодують високі дози вітаміну Е більш стабільне, має кращий колір, меншу втрату крапель і довший термін зберігання. Вітамін К необхідний для згортання крові. Симптомами дефіциту вітаміну К є викидень у самок, плацентарна кровотеча та тривала кровотеча після незначних травм. Дефіцит рідко спостерігається у кроликів, оскільки вони задовольняють свої потреби, виробляючи бактерії в задньому відділі кишечника і заковтують їх разом із котячими трофеями. Концентрація вітаміну К в раціоні близько однієї-двох частин на мільйон є достатньою, хоча вагітним самкам і самкам із субклінічним кокцидіозом рекомендується додавати вітамін К.

Вітаміни групи В включають тіамін, рибофлавін, ніацин, біотин, пантотенову кислоту, піридоксин, фолієву кислоту, вітамін В12 і холін. Усі ці

вітаміни синтезуються бактеріями в задньому відділі кишечника кроля. Кролі не реагують на додавання вітамінів групи В, що свідчить про те, що їхні потреби задовольняються за рахунок секотрофів. У годівлі кролів використовуються різні типи кормових добавок, а саме, вітамінні, мінеральні, пробіотики, ферментні та антиоксиданти (табл. 2).

Таблиця 2

Основні типи кормових добавок для кролів

Тип добавки	Призначення	Складові
Вітамінні	Запобігають дефіциту вітамінів, підтримують загальний стан здоров'я	Вітаміни А, D, Е
Мінеральні	Зміцнюють кісткову тканину, забезпечують баланс електролітів	Кальцій, фосфор, магній, натрій
Пробіотики	Покращують мікрофлору кишечника, сприяють кращому травленню	Лактобактерії, біфідобактерії
Ферментні	Допомагають засвоювати складні поживні речовини, зокрема клітковину	Амілаза, протеаза, целюлаза
Антиоксиданти	Захищають клітини від пошкоджень, підтримують імунну систему	Вітамін С, селен, токофероли

До складу комбікорму кролів входить трав'яне борошно, овес, кукурудза, пшениця та ячмінь, соняшникові, соєві макуха та шрот, рослинні протеїнові концентрати та мінерали.

Завдяки збалансованому корму збільшується приріст ваги, покращується здоров'я тварин, їх настрої та жвавість. Також спрощує роботу українським кролівникам, яким не має необхідності у покупці будь-яких добавок для відгодівлі кролів [3].

Використання пробіотиків у годівлі кролів показало позитивний вплив на загальний стан здоров'я тварин та продуктивність [5]. Додавання пробіотиків *Lactobacillus* і *Bifidobacterium* до раціону сприяло поліпшенню мікрофлори кишечника, зниженню рівня патогенних бактерій, підвищенню показників приросту ваги та покращенню конверсії корму [4].

Додавання антиоксидантів до раціону підвищує рівень природного імунітету у кролів, що сприяє зниженню захворюваності.

Висновки. Кормові добавки допомагають підтримувати баланс необхідних елементів у раціоні, що особливо важливо в інтенсивних системах вирощування тварин. Вони дозволяють забезпечити високий рівень здоров'я та мінімізувати ризик розвитку захворювань, підвищуючи продуктивність господарств.

Список використаної літератури

1. Ковальчук І.І. Сучасний стан та перспективи розвитку кролівництва в Україні. *Сучасна ветеринарна медицина*. 2012. № 2 (32). Р. 45–50.
2. Гринів М.В. Ріст і розвиток організму кролів та згодовування різних кількостей зерна тритикале. *Науковий вісник НУБіП України*. 2023. № 12. Р. 67–72.
3. Дехтяр Ю.Ф. Годівля тварин і технологія кормів. Миколаїв: МНАУ, 2014. 129 с.

4. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин / Ібатуллін І.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В., та ін. Під ред. академіка НААН України Ібатулліна І.К. 2015. 440 с.
5. Mancini S.P. Effect of probiotics on performance and health of rabbits. *Animal Feed Science and Technology*. 2019. P. 145-175.
6. Mateos G.G., de Blas C. Minerals, Vitamins and Additives. In de Blas C., Wiseman J. (eds.) *The Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing, Oxon, UK. 2008. Vol. 4. P. 145-175.
7. de Blas C., Wiseman J. *The Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing, Oxon, UK. 2003. Vol. 3. P. 145-175.
8. Francois L.C. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. *World Rabbit Science*. 2004. Vol. 2. P. 113-120.
9. Lebas F. Vitamins in rabbit nutrition: Literature review and recommendations. *World Rabbit Science*. 2000. Vol. 5. P. 91-98.
10. Lesyk Y.V., Boiko O.V. Influence of zinc nanoaquacitrate on the immunophysiological reactivity and productivity of the organism of rabbits. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 24. P. 127-133.

Діана ТЕРЕЩУК¹⁰,
студентка 3-го курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ КРОЛІВНИЦТВА В УКРАЇНІ

Анотація. У статті розглядається сучасний стан і потенціал розвитку кролівництва в Україні. Розглянуто основні чинники, що впливають на розвиток цього сільськогосподарського сектору, такі як попит на кроляче м'ясо та шкурки, технологічний рівень галузі та можливості вдосконалення методів ведення господарства. Розглянуто можливі шляхи підвищення ефективності кролівництва через впровадження сучасних технологій, підвищення якості вирощування та вирощування кролів. В Україні в основному займаються розведенням наступних порід кролів: новозеландська біла, каліфорнійська, сірий велетень, білий велетень, радянська шин шила, сріблястий, метелик, бельгійський фланер.

Ключові слова: кролівництво, Україна, розвиток, сільське господарство, годівля кролів, технології.

¹⁰ Науковий керівник: Разанова О.П., доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва

Annotation. *The article examines the current state and development potential of rabbit farming in Ukraine. It discusses the main factors influencing the growth of this agricultural sector, such as demand for rabbit meat and pelts, the technological level of the industry, and opportunities for improving farming methods. The article explores possible ways to increase the efficiency of rabbit farming through the implementation of modern technologies, improving breeding quality, and enhancing rabbit rearing practices. In Ukraine, the following breeds of rabbits are mainly bred: New Zealand white, California, gray giant, white giant, Soviet Shin Shila, silver, butterfly, Belgian Flanders*

Keywords: *rabbit farming, Ukraine, development, agriculture, rabbit feeding, technologies.*

Вступ. Кролівництво є однією з перспективних галузей тваринництва в Україні, що має значний потенціал для зростання. М'ясо кролів користується попитом завдяки своїй поживній цінності, дієтичним властивостям і низькому вмісту жиру, що робить його привабливим для внутрішнього ринку та експорту. Проте, розвиток кролівництва стримується низкою факторів, серед яких відсутність інноваційних технологій, високі витрати на корми.

Кролівництво може стати важливим додатковим джерелом доходу для сільських господарств, сприяючи розвитку *інфраструктури* та підвищенню зайнятості в селах. Впровадження сучасних технологій у галузі може сприяти загальному розвитку сільського господарства в Україні.

Значною мірою успіх розвитку кролівництва в Україні залежатиме від підтримки держави, співпраці галузі з науковими та освітніми інституціями, а також від інноваційних рішень у веденні господарства та маркетингу [8].

Мета статті полягає в аналізі сучасного стану кролівництва в Україні, визначенні основних проблем галузі та описано перспективи ефективного розвитку.

Виклад основного матеріалу. В Україні в основному займаються розведенням наступних порід кролів: новозеландська біла, каліфорнійська, сірий велетень, білий велетень, радянська шин шила, сріблястий, метелик, бельгійський фландр (рис.1).

Питома частка кролів новозеландської білої становить 23%, каліфорнійської – 22%, радянська шиншила – 9%, метелик – 9%, білий велетень – 9%, інші породи займають у загальній структурі порід менше 8%.

Кролівництво в Україні має розвинуті ринки збуту, як для м'ясної продукції, тому попит на кроляче м'ясо зростає як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках [4].

У таблиці 1 відображено динаміку вирощування кролів у живій масі в Україні за період з 1960 по 2023 роки. У господарствах усіх категорій прослідковується загальний спад продуктивності кролівництва з 73,4 тис. тонн у 1960 році до 21,5 тис. тонн у 2023 році, сільськогосподарських підприємства відбулося різкіше зменшення поголів'я від 6,3 тис. тонн у 1960 році до 1,0 тис.

тонн у 2023 році. Останніми роками основне поголів'я кролів утримується у господарствах населення. Вирощування тварин у цій категорії спочатку зросло до 125,1 тис. тонн у 1980 році, надалі відбулося значне зниження до 20,5 тис. тонн у 2023 році.

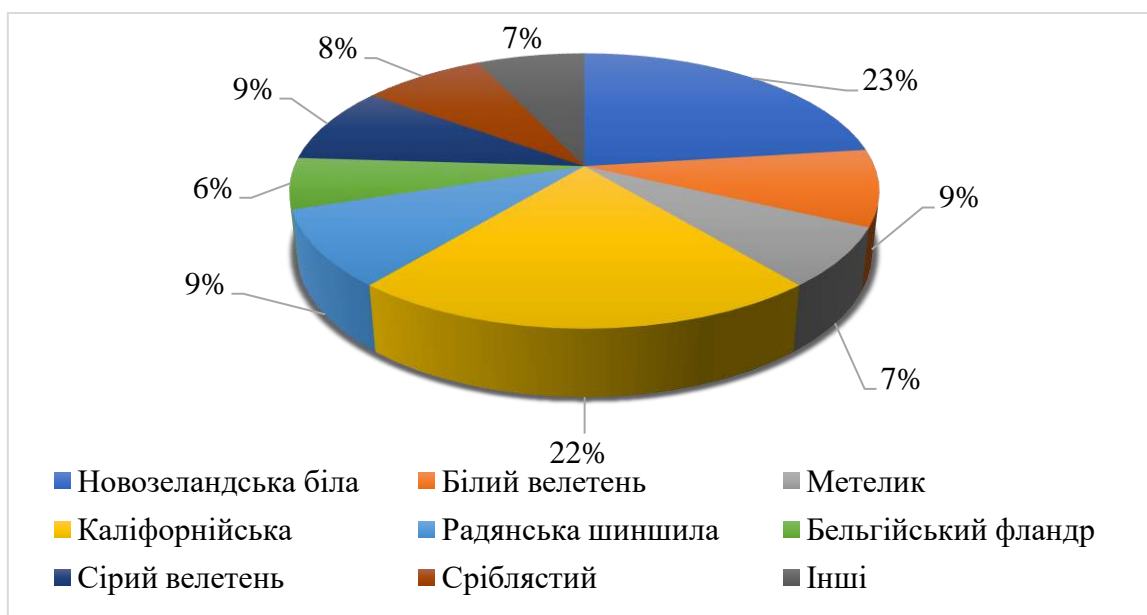


Рис.1. Породний склад кролів в Україні

Таблиця 1

Вирощено кролів в Україні, у живій масі, тис.тонн

Роки	Господарства усіх категорій	Сільськогосподарські підприємства	Господарства населення
1960	73,4	6,3	67,1
1970	79,9	0,7	79,2
1980	129,7	4,6	125,1
1990	60,5	0,7	59,8
1995	38,7	0,1	38,6
2000	27,8	0,0	27,8
2010	27,2	0,5	26,7
2014	28,2	1,5	26,7
2018	22,2	1,2	21,0
2022	22,0	1,1	20,9
2023	21,5	1,0	20,5

Розвиток кролівництва в Україні є перспективним, але вимагає певних зусиль у сфері модернізації, підвищення якості та ефективності виробництва [2]. Технологічний рівень кролівництва має певні обмеження, але водночас існують можливості для впровадження сучасних технологій. Удосконалення деяких методів вирощування може забезпечити вищу продуктивність та якість продукції.

Інновації у використанні автоматизованих систем годівлі та утримання кролів дозволить знизити витрати на робочу силу та підвищити якість продукції. У багатьох країнах Європи вже активно впроваджуються системи, що дають

змогу знизити собівартість продукції та підвищити рентабельність виробництва [1].

Удосконалення технологій утримання та годівлі кролів, а також підвищення якості продукції можуть забезпечити стабільний прибуток та задовольнити потреби споживачів. Сильними сторонами ведення кролівництва можна відзначити потенціал для росту виробництва, високу якість кролячого м'яса та шкурок, а також можливість використовувати різні сегменти ринку, включаючи експорт. Однак, серед слабких сторін виявлено технологічні обмеження, відсутність сучасного обладнання та знань у галузі, а також нестабільний попит на ринку[6].

Дані таблиці 2 показують розрив між потребою в кролячому м'ясі та фактичним виробництвом в Україні.

Таблиця 2

Потреба населення України в м'ясі та наявність поголів'я кролів у господарствах різних форм власності

Показник	Потреба	Фактично
М'ясо кролів, тис.т. в рік	84,4	12,2
Поголів'я кролів, млн голів	33,6	4,8
Поголів'я кролематок, млн голів	4,2	0,6

Потреба в кролячому м'ясі становить 84,4 тис. тонн на рік, тоді як фактичне виробництво складає лише 12,2 тис. тонн. Для забезпечення необхідного виробництва кролятини потреба у поголів'ї кролів складає 33,6 млн голів, тоді як фактична чисельність в межах 4,8 млн голів. Потреба у кролематок становить 4,2 млн голів, фактична кількість – 0,6 млн голів (див. табл. 2).

Українське кроляче м'ясо та шкурки користуються попитом на міжнародному ринку, що створює можливості для експорту та збільшення валютних надходжень [7].

З даних таблиці 3 видно, що продуктивність кролівництва в Україні залишається на низькому рівні порівняно з країнами ЄС. Основними причинами цього є недостатня механізація виробничих процесів, слабка кормова база та проблеми з доступом до сучасних технологій.

Таблиця 3

Економічні показники ефективного кролівництва України та ЄС, за даними 2023 року

Показник	Україна	ЄС
Середня м'ясна продуктивність 1 голови, кг	1,2-1,5	1,5-2,0
Виробництво м'яса, тонн	9000	48000
Частка у ВВП аграрного сектору, %	0,4	2,0
Кількість фермерських господарств	250	480

Однією з головних проблем кролівництва в Україні є високі витрати на корми, що становлять до 70% від загальних витрат на виробництво. Тому одним

із перспективних напрямків є розвиток власної кормової бази та використання альтернативних джерел кормів, зокрема відходів сільського господарства [3].

Згідно з даними таблиці 4, вартість кормів для кролів в Україні значно вища, ніж в інших країнах, що призводить до вищої собівартості виробництва.

Таблиця 4

Вартість кормів для кролів в Україні порівняно з іншими країнами

Країна	Вартість кормів, грн/кг
Україна	20
Німеччина	15
Франція	14
Китай	12

Це одна з основних проблем, яку необхідно вирішити для підвищення конкурентоспроможності галузі.

Ще однією важливою складовою перспектив розвитку кролівництва в Україні є забезпечення ефективного доступу до внутрішніх та зовнішніх ринків збуту. На сьогоднішній день більшість продукції споживається на внутрішньому ринку, і хоча попит на кролятину зростає, вітчизняна продукція ще не може конкурувати з імпортованою через нижчу якість і вищу собівартість. Найбільший попит на кролятину є в західних та центральних регіонах України. Проте для розширення обсягів виробництва і виходу на міжнародні ринки необхідно впроваджувати стандарти якості, відповідні європейським і світовим нормам.

Ефективна логістика та маркетинг допоможуть збільшити експорт до країн ЄС і Азії, де попит на дієтичні види м'яса продовжує зростати. Для цього також потрібні інвестиції у сучасні переробні заводи та пакувальні лінії, які зможуть забезпечити високий рівень контролю якості та безпеки продукції.

Висновок. Дані дослідження показують суттєве скорочення виробництва поголів'я кролів в Україні, великий розрив між потребою та фактичним виробництвом, а також різноманітність порід, де домінують кілька основних порід.

Список використаної літератури

1. Титаренко І.М. Розвиток кролівництва в Україні: стан і перспективи. *Сільське господарство і лісівництво*. 2020. Вип. 5. С. 43-49.
2. Губін В.П. 2019. Сучасний стан та напрями розвитку кролівництва в Україні. *Аграрна наука*. 2019. Вип. 3 (1). С. 31-36.
3. Михайленко О.В., Савчук О.В. 2018. Актуальні проблеми розвитку кролівництва в Україні та шляхи їх вирішення. *Вісник Дніпровського університету*. 2018. Вип. 26 (2). С. 191-197.
4. Скоропад В.І., Потапенко Л.В. 2020. Аналіз та оцінка ефективності кролівництва в Україні. *Науковий вісник Львівського національного аграрного університету*. 2020. Вип. 24. С. 79-87.
5. Яковлева Н.О., Черненко В.І. Можливості та проблеми розвитку кролівництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 1. С. 7-11.

6. Шпарик О.В., Іваненко В.М. Інноваційні технології в кролівництві: світовий досвід та можливості в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 9. С. 24-31.

7. Тимченко О.Г., Коробка Г.О. Фактори та перспективи розвитку кролівництва в Україні. *Ефективна економіка*. 2017. Вип. 10.

8. Rabbit production in Ukraine: Current state and development prospects. *Agricultural Development Economics Working Paper*. 2018. 52 p.

Михайло ХОДЮН¹¹,
студент 3-го курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ТРАВЛЕННЯ ТА ГОДІВЛІ У КОНЕЙ

Анотація. *Характерною особливістю системи органів травлення у коней – добре сформований товстий кишечник з розвинутою сліпою кишкою, питома вага якої складає 16 % від загального розміру шлунково-кишкового тракту. Шлунок – 9 – 10%. Ця особливість вимагає годувати коней невеликими дозами 3 – 4 рази на добу. У коней виділяється до 5 – 8 л. слини при годівлі соковитими кормами і 30 – 40 при годівлі сухими.*

На практиці часто рівень годівлі дорослих коней без роботи наближається до підтримуючого. Потреба коней на підтримання життя складає 43,9 – 65,0 МДж обмінної енергії для тварин масою 300 – 600 кг. Норми годівлі коней при виконанні роботи залежить від її інтенсивності

Ключові слова: *травна система, коні, система травлення, раціон, годівля, клітковина, здоров'я коней, робоча продуктивність.*

Annotation. *A characteristic feature of the digestive system in horses is a well-formed large intestine with a developed cecum, the specific gravity of which is 16% of the total size of the gastrointestinal tract. Stomach - 9 - 10%. This feature requires feeding horses in small doses 3-4 times a day. Horses produce up to 5-8 liters. saliva when feeding juicy food and 30-40 when feeding dry. In practice, the feeding level of adult horses without work often approaches the maintenance level. The need for horses to maintain life is 43.9 - 65.0 MJ of exchangeable energy for animals weighing 300 - 600 kg. Feeding rates for horses during work depends on its intensity.*

Key words: *equine digestive system, digestion, diet, feeding, fiber, equine health, microbiota, digestive diseases, automated feeding systems.*

¹¹Науковий керівник: Галина Огороднічук, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

Вступ. Незважаючи на високий рівень механізації усіх галузей народного господарства, в тому числі тих, що входять до складу агропромислового комплексу, кінь ще й досі мають важливе значення в житті людини. Вони використовуються на транспортних і сільськогосподарських роботах, у державних, колективних, приватних та фермерських господарствах, як продуктивні тварини для одержання м'яса та молока. Також коней використовують у біологічні промисловості для виготовлення вакцин, шлункового соку, та стимуляторів багатопліддя. Широкого розвитку набув кінний спорт, національні кінні ігри, кінний туризм [2, 4, 14].

Задоволення потреб коней у поживних речовинах ґрунтується на їх повноцінній годівлі з урахуванням напряму використання, статі, віку, породи, фізіологічного стану. Забезпечення науково-обґрунтованої нормованої годівлі коней є головним фактором для підтримки їх здоров'я, тому підприємці, що займаються конярством, повинні враховувати особливості їхньої травної системи, щоб уникнути шлунково-кишковим трактом та забезпечити високу робочу продуктивність. Як травоядні тварини, вони еволюціонували до споживання великої кількості клітковини, що вимагає специфічної адаптації травних органів. Особливості їх анатомії та функціонування травного тракту роблять коней чутливими до змін у годівлі та утриманні.

Незбалансована годівля або стрес можуть спричинити серйозні травні розлади: коліки та виразки. Тому вивчення особливостей травлення у коней має ключове значення для забезпечення оптимальних умов їхнього утримання та здоров'я [11, 16].

Метою даної статті є вивчення особливостей травлення та годівлі коней різного напрямку продуктивності., що допоможе оптимізувати їх раціон, запобігти захворюванню травної системи та покращити їх робочу продуктивність.

Виклад основного матеріалу. Процес травлення в коней є складним процесом, який включає в себе численні фізіологічні, харчові та управлінські аспекти. Знання процесів травлення важливо для забезпечення оптимального здоров'я та продуктивності тварин. У фізіології травного тракту коней перше, на що варто звернути увагу, – це унікальна будова травного тракту. Їх особливості включають великий шлунок і тонкий кишківник, що вимагає специфічного підходу до годівлі [4].

Шлунок коня має порівняно невеликий об'єм, тому їм потрібно споживати їжу невеликими порціями, але часто. Тонкий кишківник, на відміну від жуйних тварин, є основним місцем перетравлення білків, жирів та вуглеводів, але обмежено засвоює клітковину. Розуміння ферментативних процесів у шлунку та їх вплив на здоров'я коней є ключовим аспектом у організації нормованої годівлі тварин, оскільки будь-які порушення можуть призвести до серйозних травних розладів. Правильне управління раціоном є невід'ємною частиною профілактики травних проблем у коней, що робить знання про особливості їхнього травлення надзвичайно важливими для утримання та ефективного використання цих тварин [9].

Корми коні споживають досить повільно, ретельно розжовуючи корм і ковтають його невеликими порціями (15-20 г). Сильні жувальні м'язи та міцні зуби завеликого слиновиділення дозволяють йому добре змочувати їжу слиною та ретельно розжовувати тверді сухі корми.

Шлунок коней порівняно невеликий за розмірами, об'єм якого становить 10-15 літрів, що дорівнює приблизно 10-12% загального об'єму травної системи (рис.1).

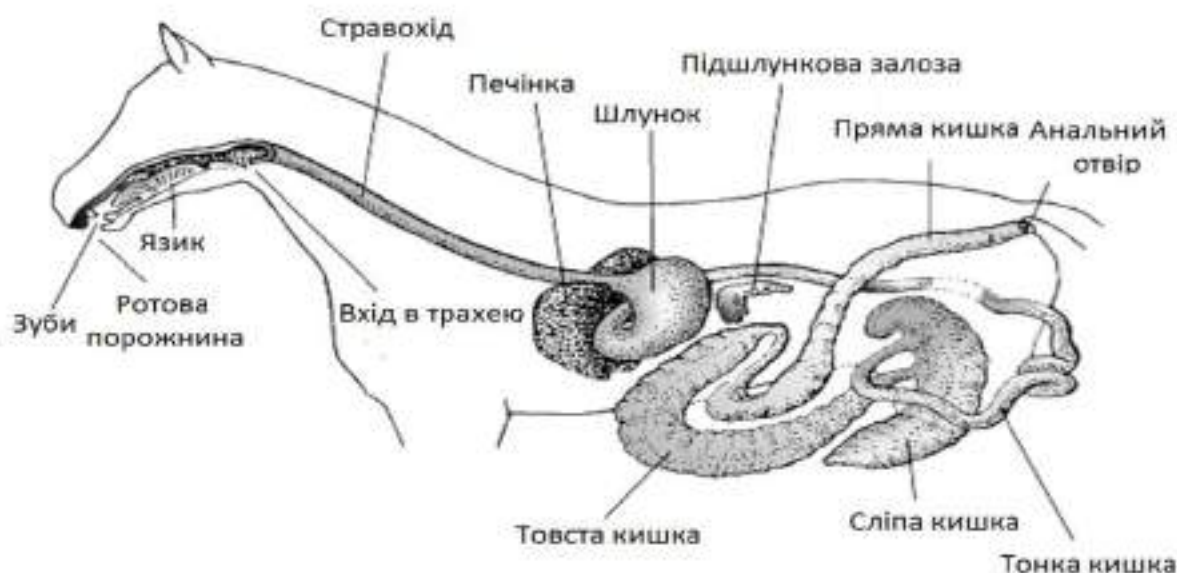


Рис. 1. Органи травлення у коня

Слизова оболонка шлунка належить до стравохідно-кишкового типу: приблизно дві п'яті його об'єму займає куполоподібний сліпий мішок, вистелений багатошаровим плоским епітелієм (беззалозиста зона). Ця ділянка відділяється від фундальної та пілоричної зон вузькою смужкою кардіальних залоз.

Стравохід з'єднується зі шлунком під кутом, де утворюється кардіальний сфінктер, що складається з двох м'язових петель. Чим більше заповнений шлунок, тим сильніше скорочуються ці петлі, через що блювота та вихід газів зі шлунка при його переповненні майже неможливі [9].

Травна система коней є однією з найскладніших серед ссавців, що зумовлено їхнім специфічним харчуванням і адаптацією до споживання великої кількості клітковини.

Для ефективного засвоєння грубих кормів їхня травна система має певні особливості, що роблять її досить вразливою до порушень [12]. Основні етапи травлення у коней подано у таблиці 1.

Важливою складовою годівлі коней є якість кормів, які тварини споживають. Раціон повинен бути збалансованим, враховуючи потреби коней у різних стадіях їхнього життя (наприклад, молодняк, робочі коні, коні для спорту) [10, 14].

Основні етапи травлення у коней

Етапи травлення у коней	Характеристика
<i>Ротова порожнина</i>	Травлення у коней починається в ротовій порожнині, де їжа розжовується і змішується зі слиною. На відміну від багатьох інших тварин, слина коней не містить ферментів, які б розщеплювали вуглеводи. Основна її функція полягає в зволоженні їжі для полегшення ковтання і підтримки нейтрального рН у шлунку.
<i>Шлунок</i>	Шлунок у коней відносно невеликий порівняно з розмірами тварини. Він поділяється на дві частини: залозисту (в якій виділяються шлункові соки) і беззалозисту (де немає шлункової секреції). Коні мають одношлуночковий шлунок, тому травлення відбувається відносно швидко, і їм необхідно часто їсти невеликими порціями. Тривале голодування або надмірне споживання корму можуть призвести до проблем, таких як коліки або виразки.
<i>Тонкий кишечник</i>	Після шлунку корм потрапляє в тонкий кишечник, де відбувається основне перетравлення білків, жирів та вуглеводів під дією ферментів. У коней цей процес дуже ефективний, хоча травлення грубих кормів у тонкому кишківнику обмежене через велику кількість клітковини.
<i>Сліпа кишка та товстий кишечник</i>	Однією з ключових особливостей травлення у коней є велика роль сліпої кишки та товстого кишечника. У цих відділах відбувається мікробна ферментація клітковини. Мікроорганізми, що живуть у сліпій кишці, розщеплюють клітковину на легкозасвоювані речовини, такі як леткі жирні кислоти, які забезпечують коней енергією. Однак цей процес є тривалим, тому грубий корм повинен перебувати в цих відділах достатньо часу для ферментації.

Потреба коней в енергії та поживних речовинах включає в себе: витрати на підтримку життєвих функцій, ріст, відтворювальні функції, у робочих коней – виконання роботи. З огляду на це розрізняють: годівлю робочих коней, спортивних коней і коней на відгодівлі. Особливості годівлі робочих коней в тому, що м'язова напруга у коней у процесі виконання роботи супроводжується посиленням обміну речовин. Тому працездатність та тривалість використання коней у роботі значною мірою залежать від рівня та повноцінності годівлі. В основу кормових норм для робочих коней належить потреба в енергії та поживних речовинах залежно від виконуваної роботи. Розрізняють легку, середню та важку роботу. У раціон робочих коней включають такі види кормів (таблиця 2).

Із грубих кормів для годівлі коней використовують: злаково-бобове сіно, яру солому злакових культур. Із концентрованих кормів для годівлі коней використовують: овес, кукурудзу, ячмінь, пшеницю, висівки та інші корми, з високим вмістом поживних речовин. Із соковитих кормів для годівлі коней використовують: силос кукурудзяний та соняшниковий, картоплю, моркву, буряк [10].

Склад раціонів коней залежно від виду робіт

Види роботи	Корми, % від загальної поживності		
	грубі	концентровані	соковиті
Без роботи	35-80	-	20-65
Легка робота	50-60	10-25	10-40
Середня	40-50	30-40	5-35
Важка	25-40	50-55	5-25

Залежно від об'єму виконаної роботи коням вводять різну кількість кормів: більша кількість грубих кормів (до 80 %) та до 65 % соковитих кормів дають не робочим коням, та повністю виключають концентрати; коням які виконують легку роботу в раціон включають грубі корми до 60 %, при цьому вводять до 10-25 % концентратів і 10-40 % соковитих кормів; коням за середнього навантаження включають 40-50 % грубих кормів та 30-40 % концентратів, при цьому соковитих кормів можуть вводити до 35 %; коням при важкій роботі включають більшу кількість концентратів 50-55 %, 25-40 % грубих кормів та 5-25 % соковитих [13].

Якщо коні знаходяться тривалий час без роботи, годівля зводиться до того, щоб коней підтримувати у «робочій кондиції» з мінімальними витратами поживних речовин кормів. В цей час на 100 кг живої маси коня потрібно в середньому 1,35 кормових одиниць на 1 кормову одиницю раціону має припадати 10,4 МДж обмінної енергії, 1,66 кг сухої речовини, 100 г перетравного протеїну, 300 г сирої клітковини, 4г кухонної солі, 3,3 г кальцію, 2,5 г фосфору та 8 мг каротину [9].

За виконання роботи коні потребують додаткових поживних речовин, необхідних на відшкодування витрат за виробництво м'язової роботи, що супроводжується підвищенням обміну речовин і посиленням розпаду резервних поживних речовин, у організмі. Чим інтенсивніше та триваліше триває робота, тим напруженіший обмін речовин.

Основним джерелом енергії для коней є вуглеводи. У разі їх нестачі, особливо за важкого фізичного навантаження, організм мобілізує резервні речовини тіла, насамперед жир і білок. Тварини швидко худнуть і втрачають працездатність. Для робочих коней середньої вгодованості на 100 кг живої маси необхідно: під час виконання легкої роботи – 1,75 кормових одиниць; при середній – 2,25 кормових одиниць, і за важкої – 2,70 кормових одиниць [11].

За складання раціону для спортивних коней враховують такі показники: живу масу, вік, вгодованість, фізіологічний стан та складність роботи. Для таких коней до раціону додають: грубі, концентровані, соковиті корми та мінеральні добавки (табл. 3).

Влітку також основу раціону займають зелені корми. Так, більшу частину раціону спортивних коней займають концентровані корми 60 %, грубих кормів додають трохи більше 30 %, і соковитих – трохи більше 10 % [3, 10].

Приблизний раціон для спортивних коней

Корми	% введення, не більше
Грубі	30
Концентровані	60
Соковиті	10

При складанні добового раціону слід враховувати також час проведення тренування або змагань. В цілому спортивний кінь повинен отримувати енергоємний і водночас бідний на білок комбікорм. В осінньо-зимовий період кінь не працює, рекомендується давати корм із мінімальним вмістом енергії та протеїну [1, 5].

Якщо раціоні спостерігається нестача або надлишок певних елементів, то раціон вважається неповноцінним. Щоб уникнути цього в раціон спортивних коней рекомендується вводити різні кормові добавки. Також необхідно стежити за співвідношенням кальцію та фосфору. Якщо у коня пошкоджуються копита, погано заживають рани, необхідно в раціон додавати цинк. Важливим фактором для успішних виступів спортивного коня є його м'язова маса. Від того, як розвинені м'язи і в якому вони стані під час змагань залежить і результативність. За це в організмі тварини відповідають такі амінокислоти, як лізин та метіонін. Потреба в лізині у дорослого спортивного коня вагою 500 кг становить 23 г, а в метіоніні - 25 г [7].

Крім збалансованої годівлі, необхідна підтримка водно-сольового балансу. Під час тренінгу та після важкого навантаження. Також необхідно враховувати те, що спортивні коні відчувають сильний стрес від участі в змаганнях і страждають від хронічної втоми та травм. В цьому випадку необхідний спеціальний режим годівлі. Якщо основною проблемою є хронічні порушення роботи м'язів, для швидкого відновлення тварини їх необхідно годувати раціоном з високим вмістом клітковини і олії та низьким вмістом крохмалю.

Найбільш ефективним є короткочасна інтенсивна відгодівля дорослих коней на м'ясо. Тривалість відгодівлі коней середньої вгодованості становить 35-45 діб, коней нижче середньої вгодованості - 50-60 діб. Загальний рівень годівлі коней при відгодівлі становить середньому 2-2,5 кормових одиниць на 100 кг живої ваги. Чим вищий добовий приріст, тим вищий рівень годівлі [4, 14].

На 1 кормову одиницю раціону повинно бути 10,5 МДж обмінної енергії, не менше 80 г перетравного протеїну, 6 г кальцію, 6 г фосфору, 16-18 мг каротину та ін. Для відгодівлі дорослих коней використовують у максимальній кількості сіно, сінаж, силос, картопля, жом, барду, і навіть концентрати. Заміна в раціоні вівса та інших концентрованих кормів гранульованим комбікормом сприяє зниженню витрат кормів на 1 кг приросту на 25% і збільшує добовий приріст коней, що відгодовуються [8, 13].

Відгодівлю дорослих коней умовно поділяють на два періоди, що відрізняються структурою раціонів (табл. 4).

Приблизний раціон коней на відгодівлі

Корми	% введення, не більше	
	Перший період	Другий період
Грубі	30	30
Концентровані	30	60
Соковиті	40	10

У другий період у раціон додають більшу кількість концентратів, не більше 40 %, а в перший період соковиті корми – не більше 40 %, оскільки вони сприяють покращенню травлення та апетиту.

За нестачі в раціоні кальцію та фосфору дають мінеральні добавки, при нестачі мікроелементів та вітамінів до раціону включають премікс або солі мікроелементів та вітамінні препарати. Годують дорослих коней на відгодівлі 3-4 десь у добу через рівні проміжки часу невеликими частками.

Необхідно враховувати такі правила годівлі для правильної та збалансованої годівлі, а також здоров'я коней незалежно від їх виду та призначення:

- годівлю слід здійснювати залежно від фізіологічному стану, типу роботи, темпераменту та віку;
- корми згодовувати часто та невеликими порціями, тому що при цьому відбувається рівномірне надходження поживних речовин у організм;
- не робити різких переходів від одного типу годівлі до іншого;
- забезпечити відпочинок коня після навантажень (мінімум 2 години);
- забезпечити доступ до води, і напувати коня до годівлі [10, 14].

Висновки: 1. Нормування годівлі коней здійснюють залежно від віку, ваги, породи, стану здоров'я, рівня та характеру фізичного навантаження. Годівлю коней поділяють на три групи: годівля робочих коней, спортивних коней та відгодівля на м'ясо.

2. Годівлю робочих коней поділяють на три рівні робочого навантаження. За легкого навантаження основу раціону коня складають грубі корми (до 60 %), при цьому концентровані корми складають 10-25 %, за середнього навантаження включають 40-50 % грубих кормів та 30-40 % концентрованих кормів, коням за важкої роботи включають більшу кількість концентратів 50-55 %, 25-40 % грубих кормів.

3. При складанні раціону для спортивних коней потрібно враховувати не тільки живу масу, вік, вгодованість, фізіологічний стан, складність роботи, а й час проведення тренування або змагань. Спортивний кінь повинен отримувати енергоємний і водночас бідний на білок комбікорм. Основу раціону спортивного коня складають концентрати (60 %).

Список використаної літератури

1. Білай Д.В. Утримання, догляд та годівля коней. 2013. № 8. С. 26-28.

2. Бондарь А.А. Конярство України: віхи історії і сучасність. *Науковотехнічний бюлетень ІТ УААН*. № 82. Харків. 2002. С. 131-138.
3. Бондаренко О.В. Спортивна роботоздатність коней різних порід. *Науково-технічний бюлетень. Інститут тваринництва НААН*. Харків. 2002. Вип. 82. С. 35-38.
4. Гопка Б.М., Хоменко М.Н., Павленко П.П. Конярство. К.: Вища освіта. 2004. 320 с.
5. Гопка Б.М., Калантар О.А., Павленко П.М. Коні в сільському господарстві. К.: Урожай. 1989. 152 с.
6. Гопка Б.М., Скоцик В.Є., Павленко П.М., Хоменко М.П., Колот В.І. Практикум з конярства. К.: Вища освіта. 2011. 384 с.
7. Гопка Б.М., Судай В.Д., Скоцик В.Є. Нетрадиційне конярство. К.: Вища освіта. 2008. 191 с.
8. Єгоров Б.В. Біологічна оцінка комбікормів-концентратів для тренуваних і спортивних коней. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. V.17. №1 (65). С.46-50.
9. Жукорський О.М. Фізіологія живлення і годівля коней. К.: Аграрна наука. 2013. 352 с.
10. Ібатуллін І.І. Особливості годівлі коней. *Ефективне тваринництво*. 2006. №7. С.46-49.
11. Ібатуллін І.І., Мельничук Д.О., Богданов Г.О. та ін. Годівля сільськогосподарських тварин. Вінниця: Нова Книга. 2007. 612 с.
12. Кучер М.С. Роль клітковини в годівлі сільськогосподарських тварин. *Сільський господар*. 2007. №5-6. С.17-18.
13. Ноздрін М. Деталізовані норми годівлі сільськогосподарських тварин. К: Урожай. 1991. 344 с.
14. Огороднічук Г.М. Конярство: навчальний посібник: Вінниця: ВНАУ. 2023. 354 с.
15. Павленко П.М. Годівля та утримання жеребних кобил. *Ефективне тваринництво*. 2008. №3. С. 25-28.
16. Пономаренко Н.Н., Черний Н.В. Коневодство. Харків: Еспада. 2001. 352 с.

Денис ХОМЕНКО¹²,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ РІЗНОГО ВИРОБНИЦТВА У ГОДІВЛІ ГІБРИДНИХ СВИНЕЙ

***Анотація.** Одним із найважливіших показників якості життя населення є рівень споживання м'яса і м'ясних продуктів. Забезпечення потреби в м'ясі значною мірою залежить від функціонування м'ясного підкомплексу в цілому, і зокрема, свинарства, як найбільш інтенсивної галузі тваринництва. Для збільшення обсягів виробництва свинини та скорочення виробничого циклу необхідно створити міцну кормову базу, яка б забезпечувала фізіологічні потреби свиней відповідно до обґрунтованого рівня продуктивності. У статті подано результати досліджень вивчення впливу комбікормів різного виробництва на живу масу та збереженість гібридних свиней.*

***Ключові слова:** свині, корм, годівля, жива маса, продуктивність.*

***Annotation.** One of the most important indicators of the quality of life of the population is the level of consumption of meat and meat products. Ensuring the need for meat largely depends on the functioning of the meat sub-complex as a whole, and in particular, pig farming, as the most intensive branch of animal husbandry. In order to increase the volume of pork production and shorten the production cycle, it is necessary to create a strong fodder base that would provide the physiological needs of pigs in accordance with a reasonable level of productivity. The article presents the results of studies of the influence of compound feed of different production on the live weight and preservation of hybrid pigs.*

***Key words:** pigs, fodder, feeding, live weight, productivity.*

Вступ. В умовах інтеграції України до міжнародних економічних структур основним завданням агропромислового комплексу є нарощування об'ємів виробництва конкурентоспроможної на світовому ринку сільськогосподарської продукції. Це обумовлює пошук інтенсивних напрямів розвитку, застосування енерго- та ресурсозберігаючих технологій, впровадження інноваційно-інвестиційних моделей виробництва продукції АПК [7, 11].

На підвищення конкурентоспроможності свинарства впливає велика низка чинників. З урахуванням специфіки виробництва свинини всю їх різноманітність можна звести до трьох груп заходів – адаптація реформованих

¹² Науковий керівник – Побережець Ю. М., кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

підприємств до ринкового середовища, запровадження досягнень науково-технічного прогресу у виробництво та здійснення протекціоністської аграрної політики [3, 9].

Виклад основного матеріалу. Продуктивність свиней різних технологічних груп визначається рядом факторів, зокрема, організацією раціональної та збалансованої годівлі тварин. Повноцінна годівля залежить від створення результативної кормової бази, складання раціонів відповідно до віку та фізіологічного стану, а також від застосування сучасних систем годівлі [4, 6].

Зацікавленість до натуральної годівлі тварин свідчить про те, що вітчизняні виробники все частіше замислюються над якістю продукції, яку вони виробляють. Якість і безпечність кінцевих продуктів залежить від низки факторів: здоров'я тварин, умов утримання, годівлі, програми вакцинації тощо. Ці фактори взаємопов'язані, та кожен важливий по-своєму. Годівля – один із найважливіших та, водночас, затратних факторів впливу, бо зазвичай витрати на годівлю становлять 60-70% від загальних. Тому, аналізуючи ефективність годівлі, в першу чергу, звертають увагу на показник конверсії корму. З метою покращення показників конверсії корму і продуктивності, останнім часом, у годівлі досить популярним є використання кормових добавок природнього походження [8, 11, 13].

Основними завданнями подальшого розвитку ринку свинини, як невід'ємної складової аграрного ринку держави, є створення науково обґрунтованої системи прогнозування і регулювання розвитку галузі, збільшення обсягів виробництва і споживання м'яса свиней на душу населення, розвиток інфраструктури ринку та реалізації продукції виробниками, переробними підприємствами на конкурентних засадах, здійснення цінової політики на основі поєднання вільного ціноутворення, державного регулювання та сприяння зростанню доходів виробників, боротьба із контрабандою свинини, нарощування експортних можливостей [1, 6].

В умовах промислового виробництва свинини одним з актуальних питань є доцільність підвищення живої маси тварин у кінці відгодівлі. В останніх рекомендаціях жива маса свиней у кінці відгодівлі повинна становити близько 100 кг. До важчих кондицій свиней відгодовувати не рекомендується, оскільки після досягнення зазначеної маси свині в основному приростають за рахунок жирової частини туші. При цьому витрати кормів значно зростають [2, 11].

Протягом останніх років як у нас, так і за кордоном значно підвищилася м'ясність свиней, що дає можливість одержувати м'ясні туші при більшій передзабійній масі. На промислових комплексах передбачається зняття свиней з відгодівлі живою масою 112-118 кг [3, 12, 14].

Інтенсивний шлях розвитку свиначства забезпечується в основному високим рівнем продуктивності тварин і низькими витратами кормів на виробництво свинини, а екстенсивний – збільшенням чисельності поголів'я, неефективним використанням свиноматок та низьким рівнем середньодобових приростів, що призводить до значних перевитрат кормів (у 1,5-2 рази) і підвищення собівартості свинини [3, 12].

На ефективність галузі свинарства негативно впливає формування кормової бази на підставі залишкового принципу: неузгодженості обсягів виробництва свинини з обсягами реалізації зерна, недостатньої площі посівів та низької урожайності, відсутності коштів на придбання кормів та різноманітних добавок (комбікормів, преміксів, білково-вітамінних добавок, мінеральних підкормок тощо), незбалансованості кормів за основними поживними речовинами [1, 11].

Повноцінність годівлі свиней визначається вмістом, доступністю та співвідношенням у раціонах поживних (вуглеводи, білки, жири, мінеральні речовини) і біологічно активних (вітаміни, мікроелементи, стимулятори росту) речовин. Повнораціонні комбікорми використовують як вологими, так і сухими в розсипному і гранульованому видах. Гранулювання повнораціонних комбікормів підвищує ефективність їх використання на 8-10% за рахунок скорочення втрат, деякого підвищення перетравності і поліпшення мікроклімату приміщень. Добраякісний комбікорм згодують свиням в сирому вигляді. Теплова обробка комбікорму руйнує в нім більшість вітамінів, антибіотиків, знижує доступність амінокислот і, як наслідок знижує продуктивність тварин [2, 4].

Метою дослідної роботи є вивчення впливу комбікормів різного виробництва на живу масу та збереженість гібридних свиней.

Дослід відбувався на свинокомплексі ТОВ «Субекон» Вінницького району. Тривав дослід 55 діб, з яких 5 діб – зрівняльний, 50 діб – основний період, відповідно до схеми досліду [5] (табл. 1). Експеримент провадили на трьохпородному гібридному молодняку свиней F 1, де отримали помість великої білої породи, ландрас та п'єтрен. Було сформовано 2 групи свиней по 12 голів. Основним методичним прийомом постановки досліджень був прийнятий метод аналогічних груп.

Таблиця 1

Схема досліду

Група	Зрівняльний період, діб	Тривалість досліду, діб	Кількість тварин у групі, гол.	Особливості годівлі
1-контрольна	5	50	12	Повнораціонний комбікорм власного виробництва
2-дослідна	5	50	12	Комбікорм ТМ «Калинка»

Контрольна група гібридних свиней споживала повнораціонний комбікорм власного виробництва. У дослідній групі використовували досліджуваний комбікорм.

Щоб тварини розкрили свій генетичний потенціал, потрібно скласти раціони, що відповідають нормам годівлі та враховують реальну кількість корму, що споживають підсвинки. Споживання корму в період відгодівлі пов'язано з віком тварин, статтю, їх генотипом й особливостями кормів або технології годівлі. У годівлі свиней на відгодівлі використовували повнораціонний комбікорм компанії ТМ «Калинка». Для свиней на відгодівлі живою масою 65 –

120 кг згодовували комбікорм «Фінішер», який забезпечував тварин усіма поживними речовинами (табл. 2).

Таблиця 2

Рецепт комбікорму «Фінішер» для свиней на відгодівлі (жива маса 65 – 120 кг)

Показник	Кількість
Ячмінь	38
Кукурудза	9
Соняшниковий шрот	9
Пшениця	24
Пшеничні висівки	16
БМВД	4
Всього, %	100
В раціоні міститься:	
перетравного протеїну, г	148
сирого жиру, г	22
сухої речовини, г	876
сирої клітковини, г	61
обмінної енергії, ккал	2051
лізину, г	7,5
метіоніну+цистину, г	5,59
метіоніну, г	2,6
треоніну, г	5
триптофану, г	1,8
Кальцію, г	7,1
Фосфору, г	6
Натрію, г	1,6
Заліза, мг	158
Цинку, мг	142
Міді, мг	288
Вітаміну А	12500
Вітаміну Е	100
Біотину, мкг	500

Дослідний комбікорм задовольняв свиней в обмінній енергії - 2051 Ккал та перетравному протеїні - 148 г. До його складу входили: ячмінь – 38 %, кукурудзу – 9 %, соняшниковий шрот – 9 %, пшеницю – 24 %, пшеничні висівки – 12 %, БМВД – 4 %.

Під час досліду проводили зважування свиней для визначення інтенсивності росту (табл. 3).

Використання у годівлі свиней 2-ї дослідної групи досліджуваного комбікорму сприяє збільшенню живої маси на 10,1 % ($p < 0,01$), проти контрольних аналогів.

Жива маса свиней ($M \pm t$, $n=12$)

Група	Жива маса на початок дослідю	Жива маса на кінець дослідю	Збереженість, %
1- контрольна	60,6 ± 1,32	104,6 ± 2,15	98
2- дослідна	60,8 ± 1,85	115,2 ± 1,85**	100

Крім того, відзначається, що збереженість поголів'я свиней у 2-й дослідній групі підвищилося на 2,0 % відносно контрольних аналогів.

Висновок.

Таким чином, згодовування гібридним свиням досліджуваного комбікорму дає змогу підвищити живу масу відгодівельних свиней на 10,1% та збільшити збереженість поголів'я на 2,0 %, порівняно з контрольною групою.

У подальшому планується дослідити вплив різних комбікормів на забійні показники свиней.

Список використаної літератури

1. Герасимов В. І., Барановський Д. І., Хохлов А. М., Рибалко В. П., Засуха Ю. В., Гетя А. А., Нагаєвич В. М., Данілова Т. М., Пронь О. В., Томін Є. Ф., Тарасенко Л. О., Жерноклеєв М. М., Афанасенко В. Ю., Андрійчук В. Ф. Технологія виробництва продукції свинарства: підручник. Х.: Еспада. 2010. 448 с.
2. Герасимов В. І., Коваленко В. Ф., Ногаєвич В. М., Походня Г. С. Довідник з виробництва свинини. Харків: Еспада. 2001. 336 с.
3. Дмитрук Б. П., Клименко Л. В. Виробничий цикл у галузі свинарства: національний та світовий досвід. К.: ЗАТ «Нічлава». 2006. 200 с.
4. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. К.: Аграрна наука. 2016. 336 с.
5. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ: Аграрна наука. 2017. 328 с.
6. Лихач В. Я., Топіха В. С., Калиниченко Г. І. та ін. Технологія виробництва продукції свинарства. Миколаїв: МНАУ. 2018. 348 с.
7. Чудак Р. А., Побережець Ю. М., Купчук І. М., Вугляр В. С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2022. 248 с.
8. Чудак Р. А., Побережець Ю. М., Ушаков В. М., Бабков Я. І. Вплив кормових добавок та комбікормів на продуктивність та якість м'яса у свиней: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ. 2021. 202 с.
9. Шуплик В. В., Булатович О. М., Єфстафієва Ю. М. Технологія виробництва продукції свинарства: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: Видавець ПП Зволейко Д.Г. 2016. 396 с.

10. Espinosa C. D., & Stein H. H. Digestibility and metabolism of copper in diets for pigs and influence of dietary copper on growth performance, intestinal health, and overall immune status: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021. № 12, article number 13. doi: 10.1186/s40104-020-00533-3.
11. Skoromna O. I., Razanova O. P., & Tkachenko T. Y. Effect of lysine feeding allowance on growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (4). P. 204-209.
12. Pérez V. G., Waguespack A. M., Bidner T. D., Southern, L. L., Fakler T. M., Ward T. L., Steidinger M., & Pet-tigrew J. E. Additivity of effects from dietary copper and zinc on growth performance and fecal microbiota of pigs after weaning. *Journal of Animal Science*. 2011. № 89 (2). P. 414–425. DOI: 10.2527/jas.2010-2839.
13. Ren P., Chen J., Wedekind K., Hancock D., & Vázquez-Añón M. Interactive effects of zinc and copper sources and phytase on growth performance, mineral digestibility, bone mineral concentrations, oxidative status, and gut morphology in nursery pigs. *Translational Animal Science*. 2020. № 4 (2). P. 783–798. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa083>
14. Soto J. A., Cemin H. S., Hart M., Hansen S. A. & Hansen E. L. Evaluation of zinc source and concentration on growth performance of nursery swine. *Journal of Animal Science*. 2024. № 102 (2). P. 98–99. <https://doi.org/10.1093/jas/skae102.110>

Олена ШВЕЦЬ¹³,
студентка 2-го курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОШИРЕНІ ХВОРОБИ РИБ І МЕТОДИ ЇХ ПРОФІЛАКТИКИ

Анотація. У статті досліджено поширені хвороби риб, які становлять серйозну загрозу для аквакультури та рибного господарства. Описано інфекційні захворювання, зокрема, іхтіофтіріоз, вірусну геморагічну септицемію, а також бактеріальні інфекції, такі як аеромоноз і фурункулез. Розглянуто неінфекційні хвороби, що виникають внаслідок погіршення якості води, нестачі кисню та неправильного харчування. Окрема увага приділена сучасним методам діагностики та профілактики захворювань, включаючи покращення екологічних умов, використання новітніх вакцин та антисептиків, а також застосування біотехнологій у рибництві. Стаття підкреслює важливість комплексного підходу до профілактики хвороб, зокрема через постійний моніторинг здоров'я риб та впровадження інновацій у догляді за ними.

¹³Науковий керівник: Віта Главатчук, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

Ключові слова: хвороба риб, профілактика, інфекційне захворювання, аквакультура, іхтіофтіріоз, вірусна геморагічна септицемія.

Annotation. *The article examines common fish diseases that pose a significant threat to aquaculture and fisheries. It describes infectious diseases, including ichthyophthiriasis, viral hemorrhagic septicemia, and bacterial infections such as aeromonosis and furunculosis. Non-infectious diseases caused by poor water quality, oxygen deficiency, and improper feeding are also analyzed. Special attention is given to modern methods of diagnosing and preventing diseases, such as improving environmental conditions, the use of new vaccines and antiseptics, and the application of biotechnology in fish farming. The article emphasizes the importance of a comprehensive approach to disease prevention, including continuous fish health monitoring and the adoption of innovative care practices.*

Key words: fish diseases, prevention, infectious diseases, aquaculture, ichthyophthiriasis, viral hemorrhagic septicemia.

Вступ. В сучасних умовах розвитку аквакультури та рибництва хвороби риб є одним із найсерйозніших викликів, які впливають на економічну ефективність галузі та екологічну стабільність природних і штучних водойм. Різноманітні інфекційні та неінфекційні захворювання можуть значно знизити продуктивність популяцій риб, що призводить до масової загибелі риби, погіршення якості продукції та збільшення витрат на лікування та профілактику. Для забезпечення здоров'я риб та стабільного розвитку галузі необхідно розробляти та впроваджувати комплексні методи боротьби із захворюваннями, що базуються на сучасних наукових дослідженнях та інноваційних технологіях [4, 8].

Актуальність проблем захворювань риб полягає в тому, що вони негативно впливають не тільки на показники продуктивності аквакультури, але й на екологічну рівновагу водних екосистем. Поширення хвороб у природних водоймах може призвести до втрати біорізноманіття та загибелі рідкісних або цінних видів риб. Водночас у промислових умовах, таких як аквакультура, спалахи захворювань можуть спричинити значні економічні втрати через зниження врожаю, збільшення смертності та зниження якості продукції. Крім того, висока щільність риби в штучних умовах сприяє швидкому поширенню хвороб, що ускладнює їх лікування та боротьбу [1].

Основними причинами захворювань риб є вплив патогенних мікроорганізмів (бактерій, вірусів, грибків, паразитів), а також негативних факторів навколишнього середовища, таких як забруднення води, нестача кисню, неправильна годівля і стреси. Важливо відзначити, що риба може бути чутливою до інфекції навіть за сприятливих умов, якщо її імунна система ослаблена неправильним утриманням або годуванням. Це свідчить про необхідність забезпечення збалансованого харчування та оптимальних екологічних умов для підтримки високого рівня здоров'я риб.

Незважаючи на розвиток сучасної ветеринарної медицини, профілактика захворювань риб є ключовим завданням забезпечення їх здоров'я. Лікування багатьох захворювань є складним, дорогим і часто неефективним через швидке поширення інфекції у водоймах. Тому профілактика захворювань, що включає поліпшення якості води, контроль умов існування, використання вакцин і антисептиків, є найефективнішим методом збереження здоров'я популяцій риб. Особливу роль у цьому відіграє моніторинг стану здоров'я риб та швидка діагностика захворювань, що дозволяє вчасно вживати відповідних заходів для запобігання спалахів.[6]

Мета статті полягає в аналізі та систематизації інформації про основні інфекційні та неінфекційні захворювання риб, їх причини, симптоматику та вплив на популяції риб. Також важливим завданням є оцінка існуючих методів профілактики та лікування захворювань, а також порівняння їхньої ефективності в умовах аквакультури та природних водойм.

Виклад основного матеріалу. Захворювання риб є важливим аспектом, який необхідно враховувати при управлінні аквакультурами та збереженні популяцій риб у природних умовах. Їх можна поділити на дві великі групи: інфекційні (викликані патогенами) та неінфекційні (викликані фізичними, хімічними чи біологічними факторами). Розуміння різниць між цими групами допомагає розробляти ефективні профілактичні заходи і стратегії лікування, що знижують втрати в рибництві. Умови утримання риб, такі як щільність популяції, якість води, наявність харчових ресурсів і стан екосистеми, безпосередньо впливають на частоту виникнення тих чи інших захворювань [7].

Інфекційні хвороби риб викликаються патогенами: вірусами, бактеріями, грибками та паразитами. Вони є однією з головних причин значних втрат у рибному господарстві через високу здатність до швидкого поширення. При інфекціях риба часто є носієм патогену, навіть якщо симптоми не проявляються, що робить контроль і профілактику надзвичайно складними.

Серед інфекційних захворювань вірусні інфекції є одними з найнебезпечніших через їх високу заразність і складність у лікуванні. Вірусна геморагічна септицемія (ВГС) є типовим прикладом. Ця хвороба уражає здебільшого прісноводних і морських риб, таких як форель, лосось, короп, оселедець. Згідно з даними епідеміологічних досліджень, при спалаху ВГС в умовах аквакультури може загинути до 80-90% заражених риб упродовж кількох днів. Віруси, на відміну від бактерій, мають здатність до швидкої мутації, що ускладнює створення універсальних вакцин і підвищує ризик епідемій.

Одним з найважливіших аспектів боротьби з вірусними захворюваннями є рання діагностика. Використання сучасних молекулярних методів, таких як ПЛР (полімеразна ланцюгова реакція), дозволяє виявляти наявність вірусних патогенів ще на ранніх стадіях зараження. Це значно підвищує ефективність заходів контролю і профілактики, знижуючи втрати від спалахів вірусних інфекцій на 40-50% [5].

Бактеріальні захворювання риб, такі як аеромоноз, менш небезпечні, ніж вірусні інфекції, з точки зору швидкості поширення, але їх довгострокові

наслідки можуть значно знизити продуктивність рибних популяцій. Аеромоноз викликають бактерії роду *Aeromonas*, які швидко розмножуються в забрудненій воді та в умовах, що є стресовими для риб. Інфекція проявляється у вигляді піогенних виразок на шкірі, уражень зябер, порушень дихання та обміну речовин. Коли аеромоноз переходить у важку форму, смертність риби може досягати 60%, особливо в закритих екосистемах з поганим управлінням якістю води. Для бактеріальних інфекцій важливими методами боротьби є використання антибіотиків, таких як окситетрациклін або енрофлоксацин, а також санітарна обробка водойм.

Паразитарні захворювання риб, спричинені одноклітинними або багатоклітинними організмами, також становлять серйозну загрозу для рибного господарства. Іхтіофтіріоз, також відомий як «біла хвороба», викликається одноклітинним паразитом *Ichthyophthirius multifiliis*. Це одне з найпоширеніших захворювань серед риб як у прісноводних, так і в морських водоймах. Спалахи іхтіофтіріозу можуть призвести до загибелі 50-60% риби, особливо у затінених водоймах [3].

Однією з основних причин неінфекційних захворювань є погіршення якості води у водоймах. Наприклад, накопичення у воді аміаку, нітритів і нітратів внаслідок розкладання органічних речовин спричиняє отруєння риби. Отруєння аміаком є смертельним для риби, оскільки аміак легко потрапляє в зябра і порушує дихальну функцію. Дослідження показали, що коли рівень аміаку у воді перевищує 0,02 мг/літр, більше 25% риби в закритій аквакультурі може загинути. Щоб запобігти отруєнню аміаком, важливо регулярно перевіряти хімічний склад води і своєчасно очищати водойми [2].

Іншою формою неінфекційних захворювань є механічні пошкодження риби, які можуть виникнути внаслідок агресивної поведінки інших риб або неналежного поводження під час риболовлі чи транспортування. Можуть виникати механічні пошкодження шкіри та зябер.

У таблиці 1. представлено основні типи захворювань риб разом із їх збудниками, характерними симптомами та потенційними показниками смертності. Ця інформація є критично важливою для своєчасної діагностики та впровадження відповідних профілактичних заходів.

Класифікація захворювань включає такі типи, як вірусна геморагічна септицемія, інфекційний панкреонекроз, аеромоноз, іхтіофтіріоз та сапролегніоз. Наприклад, вірусна геморагічна септицемія, що викликається вірусом, супроводжується внутрішніми крововиливами і анемією, з рівнем смертності, що досягає 70-90%. Інша хвороба – інфекційний панкреонекроз – також вірусного походження, призводить до некрозу підшлункової залози і може викликати до 80% смертності серед інфікованих риб. Аеромоноз, бактеріальна інфекція, проявляється виразками на шкірі та ураженням зябер, а рівень смертності коливається від 50% до 60%. Іхтіофтіріоз, паразитарна хвороба, виявляється у вигляді білих плям на шкірі риб, із потенційним рівнем смертності від 40% до 60%. Що стосується сапролегніозу, грибкової інфекції, то вона проявляється білуватою плівкою на шкірі і зябрах, з можливістю смертності від 30% до 40%.

Знання цих захворювань допомагає рибоводам у аквакультурі знизити ризики для здоров'я риб і запобігти значним економічним втратам.

Таблиця 1

Класифікація поширених захворювань риб

Тип захворювання	Збудник	Основні симптоми	Смертність (%)
Вірусна геморагічна септицемія	Вірус	Внутрішні крововиливи, анемія	70-90
Інфекційний панкреонекроз	Вірус	Некроз підшлункової залози	50-80
Аеромоноз	Бактерія	Виразки на шкірі, ураження зябер	50-60
Іхтіофтіріоз	Паразит (Ichthyophthirius)	Білі плями на шкірі і зябрах	40-60
Сапролегніоз	Гриб (Saprolegnia)	Білувата плівка на шкірі та зябрах	30-40

Регулярний моніторинг здоров'я риби, контроль умов вирощування та впровадження профілактичних заходів можуть значно зменшити поширення цих захворювань у водоймах.

Роль профілактичних заходів у боротьбі з хворобами риб. Профілактика хвороб риб є ключовим елементом у забезпеченні стабільного розвитку аквакультури. Вчасно впроваджені заходи запобігають поширенню інфекцій і зменшують ризик значних втрат у рибних господарствах.

Основним заходом профілактики є забезпечення оптимальних умов для життя риб. Вода повинна бути чистою, із належними показниками кисню, рН, температури і хімічного складу. Регулярна перевірка якості води, зокрема рівнів аміаку, нітритів та нітратів, є обов'язковою процедурою. Забруднення води спричиняє стрес у риб, що послаблює їхній імунітет і підвищує чутливість до патогенів.

Крім того, важливо підтримувати належну щільність популяції риб. Перенаселення в водоймах може призвести до швидкого поширення хвороб, оскільки близький контакт сприяє передачі інфекційних агентів, таких як віруси, бактерії та паразити. Оптимальна щільність залежить від виду риб, температурних умов і об'єму водойми, тому її потрібно регулювати індивідуально для кожної аквакультури.

Особливе значення має регулярний огляд риб на предмет хвороб. Ізоляція хворих або підозрілих особин є ефективним методом запобігання спалаху інфекцій. Крім того, дезінфекція обладнання, водойм та кормів повинна проводитися регулярно, щоб уникнути занесення збудників.

В останні роки все більша увага приділяється вакцинації риб як засобу специфічної профілактики інфекційних хвороб. Вакцини дозволяють ефективно захищати риб від деяких бактеріальних і вірусних інфекцій, знижуючи ризик епідемій. Однак, розробка універсальних вакцин для риб є складним завданням

через високу здатність вірусів до мутації, що вимагає постійного вдосконалення препаратів.

Профілактичні заходи є економічно вигідними для рибних господарств, оскільки допомагають уникнути великих втрат та знижують витрати на лікування. У таблиці 2 наведено основні методи профілактики захворювань риб, які застосовуються в сучасних аквакультурах. Зокрема, це контроль якості води, температури та кисневого балансу, а також забезпечення належних санітарних умов.

Таблиця 2

Методи профілактики захворювань риб

Метод	Опис	Приклади препаратів (для хімічних)
Загальні методи	Контроль якості води, температури, кисневого балансу, санітарні умови	-
Біологічна профілактика	Використання пробіотиків, імуномодуляторів	Пробіотики (наприклад, <i>Lactobacillus</i> spp.)
Хімічні засоби	Антипаразитарні та антибактеріальні препарати	Окситетрациклін, малахітовий зелений
Інноваційні підходи	Біотехнології та генетичні модифікації для стійкості риб до хвороб	Генно модифіковані види риб

Біологічна профілактика включає використання пробіотиків і імуномодуляторів, таких як *Lactobacillus* spp. Хімічні засоби включають антипаразитарні та антибактеріальні препарати, наприклад, окситетрациклін і малахітовий зелений. Інноваційні підходи включають біотехнології та генетичні модифікації для підвищення стійкості риб до захворювань.

Загальні профілактичні заходи. Регулярний контроль якості води, температури, кисневого балансу та дотримання санітарних умов є основою профілактики захворювань у риб. Підтримка оптимальних параметрів води знижує стрес у риб і сприяє зміцненню імунної системи. Наприклад, регулярний моніторинг аміаку та нітратів допомагає запобігти отруєнню риб токсичними сполуками.

Біологічні методи профілактики. Використання пробіотиків та імуномодуляторів покращує здоров'я риб, підтримуючи баланс корисної мікрофлори та стимулюючи захисні функції організму. Поєднання пробіотиків із регулярною санацією водойм дозволяє знизити ризик захворювань на 20-30%.

Хімічні засоби. Антипаразитарні та антибактеріальні препарати, такі як малахітовий зелений і окситетрациклін, використовуються для лікування захворювань. Однак їх слід застосовувати обережно, щоб уникнути розвитку резистентності у патогенів [9,10].

Інноваційні підходи. Сучасні біотехнології, включно з генетичною модифікацією, відкривають можливості для створення стійких до хвороб видів риб. Це суттєво знижує ризик спалахів інфекцій і покращує ефективність рибного господарства.

Висновок. Таким чином, на основі отриманих результатів можна зробити висновок, що поширеність захворювань риб значною мірою залежить від умов утримання та догляду. Інфекційні хвороби, такі як бактеріальні інфекції та вірусні захворювання, мають вищий рівень поширення серед риб, які утримуються в забрудненій воді або за умов стресу. У свою чергу, неінфекційні захворювання часто виникають через порушення режиму харчування або фізіологічних умов середовища. Запровадження систематичних профілактичних заходів, таких як підтримання якості води, застосування пробіотиків та впровадження сучасних біотехнологій, сприяє значному зниженню ризику розвитку захворювань. Використання таких методів профілактики дозволяє зменшити витрати на лікування та підвищити загальний рівень продуктивності в аквакультурі.

Список використаної літератури

1. Главатчук В.А. Особливості організації технології вирощування та природного нересту щуки. *Науковий вісник Львівського національного аграрного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2024. Т. 26. № 100. С. 238 - 246.
2. Главатчук В.А. Вплив пробіотичних препаратів на інтенсивність росту та гематологічні показники коропа. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Тваринництво».* 2024. Вип. 2 (57). С. 46 - 55.
3. Карпенко І.П. Сучасні методи профілактики хвороб риб у рибництві. *Вісник аграрної науки.* 2022. № 8. С. 112-118.
4. Зінченко О.М. Бактеріальні хвороби риб та їх профілактика. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 3. С. 73-80.
5. Тищенко О. В. Вірусні інфекції риб: розповсюдження та заходи боротьби. *Аграрна наука і техніка.* 2020. № 6. С. 65-72.
6. Поліщук В. М. Епізоотологічні особливості інвазійних захворювань риб у водоймах України. *Вісник Сумського національного аграрного університету.* 2023. Вип. 1 (45). С. 45-50.
7. Гриценко В. Профілактика паразитарних захворювань риб в умовах промислового рибництва. *Наукові праці Національного університету біоресурсів і природокористування.* 2022. Т. 2. С. 89-93.
8. Ковальчук І. М. Антибактеріальна терапія в профілактиці хвороб риб: сучасний стан та перспективи. *Збірник наукових праць НУБіП.* 2021. Т. 4. С. 103-108.
9. Austin B. Bacterial Fish Pathogens: *Disease of Farmed and Wild Fish.* 6th ed. Springer. 2019. 552 p.
10. Woo P. T. Fish Diseases and Disorders. 2nd ed. *CABI Publishing.* 2021. 944 p.

Максим ГРАБЧАК¹⁴,
Студент 1-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

НАУКОВІ ПІДХОДИ ГОДІВЛІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ

Анотація. Застосування науково обґрунтованої системи годівлі високопродуктивних корів, дозволить реалізувати їх генетичний потенціал за надоями. Для одержання високої продуктивності від тварин відповідно до їх генетичного потенціалу, необхідно щоб вони більше споживали сухих речовин у раціонах з високоякісними кормами які містять підвищену концентрацію поживних речовин у сухій речовині. Організація раціональної годівлі дійних корів ґрунтується на знанні їхніх потреб в енергії, кількості поживних та біологічно активних речовин, необхідних для утворення молока та збереження здоров'я тварин. Потреба корів у поживних речовинах залежить від їх живої маси, рівня молочної продуктивності, фізіологічного стану, віку тварини та інших факторів.

Ключові слова: високопродуктивні корови, годівля, корми, лактація, повноцінні раціони, добовий надій.

Annotation. *The use of a scientifically based system of feeding high-yielding cows will allow realizing their genetic potential for milk production. To obtain high productivity from animals in accordance with their genetic potential, it is necessary that they consume more dry matter in diets with high-quality forages that contain an increased concentration of nutrients in dry matter. The organization of rational feeding of dairy cows is based on knowledge of their energy needs, the amount of nutrients and biologically active substances necessary for the production of milk and the preservation of animal health. Cows' need for nutrients depends on their live weight, level of milk productivity, physiological state, age of the animal and other factors.*

Key words: *highly productive cows, feeding, fodder, lactation, complete rations, daily feed.*

Вступ. В Україні за останні 5-10 років спостерігається активне створення високопродуктивного поголів'я худоби голштинської, українських чорно-рябої та червоно-рябої голштинізованих порід із рівнем продуктивності більше 6 тисяч літрів молока за лактацію, добре адаптованих до інтенсивних технологій утримання. Унікальність великої рогатої худоби високопродуктивних порід полягає у інтенсивному перетворенні енергії корму в молоко [2, 10, 15].

¹⁴Науковий керівник: Галина Огороднічук, кандидат с-г. наук, доцент кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

Так, голштинська порода великої рогатої худоби з рівнем середньодобового надою 18 л і живою масою 500-550 кг витрачають 61 % обмінної енергії корму на молоко, а тварини з продуктивністю 40 кг і живою масою тіла 572 кг-70 %. Для порівняння, якби на такому рівні відбувалося перетворення енергії кормів у великої рогатої худоби на відгодівлі, тоді середньодобовий приріст худоби становив близько 7 кг. Слід відмітити, що молочні корови з високим рівнем продуктивності потребують ідеально повноцінних та збалансованих раціонів годівлі [8].

На даний час розвиток молочного тваринництва в Україні ґрунтується на вирощуванні та використанні високопродуктивних тварин із генетичним потенціалом продуктивності 7000-10000 кг молока за лактацію.

З метою забезпечення генетично високої молочної продуктивності корів, збереження їх міцного здоров'я та високого рівня відтворної здатності за мінімальних затрат кормів на одиницю продукції є високо повноцінна енергозберігаюча годівля, зокрема якісні грубі та соковиті корми з достатньою кількістю концентрованих кормів та високоякісних кормових добавок, які забезпечуватимуть нормовану потребу корів у поживних та біологічно активних речовинах і високий рівень їх годівлі.

Організація годівлі високопродуктивних корів орієнтована на наукових засадах щодо фізіологічної потреби їх у високоенергетичних доступних поживних речовинах. При цьому важливо пам'ятати, що потреба високопродуктивних молочних корів у поживних і біологічно активних речовинах змінюється залежно від: живої маси, вгодованості, віку, молочної продуктивності, хімічного складу молока та технології його виробництва також від періодів лактації [7].

Поряд з цим у багатьох господарствах спостерігається, що рівень годівлі молочних корів не відповідає науково обґрунтованим нормам годівлі, як наслідок втрати 30-40 % тваринницької продукції, а передові господарства досягають високих показників продуктивності за рахунок перевитрат енергії та протеїну, мікроелементів й вітамінів, що у 2-2,5 рази підвищує її собівартість та зменшуються строки використання тварин [10].

Метою цієї роботи було дослідити наукові підходи годівлі високопродуктивних корів.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом дослідження обрано годівлю високопродуктивних дійних корів. При проведенні нормованого живлення високопродуктивних корів необхідно знати, що у них, порівняно з низькопродуктивними тваринами, надзвичайно інтенсивно проходять обмінні процеси в організмі, особливо в перші 100 днів лактації. Не збалансовані за усіма поживними і біологічно активними речовинами раціони, не відповідні умови утримання призводять до зменшення рівня резистентності, молочної продуктивності та відтворної здатності у високопродуктивних корів [7].

Існуючі деталізовані норми [15] годівлі у повній мірі не забезпечують високопродуктивних корів поживними та біологічно-активними речовинами, за періодами їхньої лактації та не передбачають збалансованості раціонів за важко-

та легкокорозчинними частинами сирого протеїну, незамінними амінокислотами, КДК та НДК, деякими водорозчинними вітамінами.

Не збалансована годівля високопродуктивних корів призводить до виникнення обмінних порушень, а саме: кетозу, захворювань печінки, нирок, серця, ендокринних залоз, дистонії передшлунків, ураження кінцівок, зміщення сичуга тощо. За неповноцінної годівлі підвищується захворюваність тварин, що призводить до збільшення вибуття корів із продуктивного стада і собівартості та зниження рентабельності галузі. Зарубіжні науковці визначили показник прямих і непрямих витрат на кетоз (основну хворобу високопродуктивних корів), який становить 0,29 євро на кожен літр виробленого молока за продуктивності 8000 л за лактацію, що сягає 4,2 мільйона гривень на 100 корів за рік.

У високопродуктивних молочних корів органи дихання, кровообігу, травлення та інші працюють з високим напруженням. Звідси неякісні корми та неповноцінна годівля викликає порушення обмінних процесів в організмі та підвищення захворюваності. Для високопродуктивних корів дуже важлива повноцінна високоенергетична годівля, яка сприяє надходженню в організм тварин потрібної кількості енергії та поживних речовин [16].

Встановлено, що у високопродуктивних корів за значних обсягів споживання корму значно зменшується виділення кількості травних соків порівняно з кількістю виділених травних соків малопродуктивними коровами. Цікавим є той факт, що рівень перетравності корму не знижується, оскільки у високопродуктивних корів концентрація травного соку вища і він має вищу перетравлювальну здатність, швидкість перетравлювання корму вища, тому значна кількість сухих речовин раціону перетравлюється не в кишківнику, а в багатокамерному шлунку завдяки інтенсивним мікробіологічним і біохімічним процесам які відбуваються у передшлунках.

При організації повноцінної годівлі високопродуктивних корів слід забезпечувати нормальну життєдіяльність мікроорганізмів у рубці за рахунок оптимального співвідношення між цукром і перетравним протеїном, у відповідності до норми всього повинно становити 0,8–1,2:1. За нестачі необхідної кількості цукру нормальна величина рН хімусу рубця знижується до 5,0 (при нормі 6–6,5), як наслідок зменшується кількість мікроорганізмів, що викликає погіршення перетравності поживних речовин кормів, а за тривалого порушення у корів розвивається ацидоз та остеомаліяція [13].

Встановлено, що високопродуктивні корови перетравлюють 50-85 % поживних речовин кормів. Але й перетравлені поживні речовини організм використовує не повною мірою. Від 4 до 10 % перетравлених поживних речовин у вигляді недоокислених органічних сполук виводяться з організму із сечею, і лише 20-25 % засвоєних поживних речовин витрачається на молоко, а решта – на забезпечення життєдіяльності організму.

Втрати і витрати поживних речовин корму організмом залежать передусім від повноцінності годівлі корів та умов їх утримання. Залежно годівлі тварин та їх утримання, витрати поживних речовин можуть бути:

- мінімальними,
- середніми
- максимальними.

Отже, у випадку коли всі витрати, пов'язані з перетравлюванням і засвоєнням корму та із життєдіяльністю організму є мінімальними, тоді молочна продуктивність корів є найвищою.

Якщо втрати й витрати середні, тобто становлять стільки поживних речовин і енергії, скільки їх надходить із кормами, тоді вони використовуються коровою для підтримання життєдіяльності. При цьому жива маса корів зберігається, а продуктивність дорівнює нулю.

За максимальних втратах і витратах, з кормами надходить менше поживних речовин, які не забезпечують потреб життєдіяльності організму й тварини використовують їх із власного тіла, вони втрачають живу масу [3, 6].

Особливе значення у годівлі високопродуктивних молочних корів мають мінеральні речовини. За недостатнього їх надходження з кормами в організм тварин зменшується енергетична цінність кормів, погіршується молочна продуктивність, порушується відтворна функція тварин, спостерігаються часті захворювання (остеомалаяція, родильний парез та інші) [1].

Для підвищення засвоєння поживних речовин кормів необхідно, щоб вони були доступними та покращували б мікробіологічні та ферментативні процеси у шлунково-кишковому тракті тварин. Після втрати вологи із клітин поживні речовини грубих кормів стають важкодоступними для мікроорганізмів, унаслідок чого проходять по травному тракту майже у незміненому вигляді. При цьому зростає в'язкість вмістимого у травному каналі тварин.

Встановлено, що недотримання нормованої годівлі високопродуктивних корів виникає цілий ряд захворювань пов'язаних із порушенням обмінних процесів у організмі. Це найчастіше спостерігається у найбільш високопродуктивних тварин тоді, коли їх добові раціони не забезпечені достатньою кількістю білків, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів та інших життєво необхідних матеріалів. Збій обмінних процесів у організмі найбільш пов'язане з типом годівлі тварин. Відомо, наприклад, що згодовування високопродуктивним корам великої кількості концентрованих кормів за мінімальних витрат вуглеводистих кормів призводить до збільшення в організмі недоокислених продуктів обміну, які провокують виникнення ацидозу – окислення організму [11, 16].

Для забезпечення повноцінної та збалансованої годівлі тварин, необхідно знати, поживний склад кормів, як вони перетравлюються та засвоюються в організмі тварин, як змінюється інтенсивність обміну речовин і відповідно продуктивність. Слід також передбачити реакцію організму тварини на введення нових кормів, а також його вплив та реакцію на нього усіх відділів шлунково-кишкового тракту корів.

Науковцями та практиками встановлено, що високопродуктивні корови мають підвищену потребу в сухій речовині та енергії кормів на 100 кг живої маси. Їм необхідна підвищена концентрація з розрахунку на 1 кг сухої речовини

енергії, протеїну, нерозщепленого в рубці білка та незамінних амінокислот, макро- та мікроелементів, вітамінів, тому що їх організм має підвищену здатність до перетравлення поживних речовин кормів і використання Нітрогену на утворення молока [13, 14].

Характерною фізіолого-біологічною особливістю високопродуктивних молочних корів, є їхня чутливість до нестачі в раціонах високоякісного за амінокислотним складом протеїну (а саме за дефіцитними амінокислотами – лізином, метіонін+цистином, лейцин+ізолейцином, гістидин), його низької розщеплюваності в рубці (близько 60–70 %), нестачі макро- і мікроелементів – фосфору, магнію (у літній період), цинку, кобальту, купруму, мангану, йоду, селену, вітаміну А та каротину. Тому кормосуміші мають бути збалансовані за вмістом у них енергії, білка, амінокислот, жирів, вуглеводів, макро- і мікроелементів, вітамінів і за необхідності – ферментів. Недостатнє надходження поживних та біологічно активних речовин із кормами, визначене на основі їхньої фактичної поживності, має бути усунене за рахунок концентрованих кормів [8].

Сучасні молочні породи великої рогатої худоби, які виробляють велику кількість молока, були забезпечені високим рівнем енергетичного, протеїнового, амінокислотного, вітамінного та мінерального живлення і для забезпечення існуючого генетичного закладеного потенціалу потребують високої біологічно повноцінної годівлі, яка б відновлювала витрати організму корів на молочну продукцію. У разі не забезпечення необхідного високого рівня годівлі введенням у раціони високоякісних кормів і кормових добавок, тоді вроджений генетичний потенціал молочної продуктивності тварин буде використано лише на 50–60%, а продуктивне довголіття корів становитиме 2–3, у кращому випадку – 4 лактації.

Відповідно до сучасних норм годівлі вважається, що критичним у живленні високопродуктивних корів є так званий перехідний період, який розпочинається за 3 тижні до отелення та завершується через 3 тижні після народження теляти. Під час отелення тварини за короткий термін витрачають багато енергії, тому порушення обмінних процесів у організмі можуть виникати вже з перших днів, оскільки для утворення молока тварина використовує 97 % спожитої енергії та 83 % білка, і лише невелика частина енергії корму забезпечує підтримання життєвих процесів організму [15].

Вирішальними факторами, які лімітують надій молока в перший період лактації є енергія і протеїн та їх співвідношення в раціоні є. Основним постачальником енергії в цей період є легкоперетравні та легкозасвоювані вуглеводи, насамперед концентрованих і соковитих кормів, з оптимальним вмістом перетравного протеїну, який має становити 17-18 % (але не більше 19%) від вмісту сухих речовин раціону.

Корови з високим рівнем молочної продуктивності, порівняно з низькопродуктивними тваринами, більш інтенсивніше використовують запаси енергії тіла на утворення молока та мають триваліший негативний баланс енергії. Якщо це не виправити, тоді, як правило, спостерігається раннє погіршення рівня відтворних функцій, стану здоров'я та зменшення молочної продуктивності.

Обмін речовин і стан рубцевого травлення високопродуктивних корів у цей період залежать від кількості та якості корму, його фізичної форми, регулярного й одночасного надходження з ним поживних і біологічно активних речовин. Кількість поживних речовин у раціонах корів у сухостійний період і через 2-3 місяці після отелення різна, тому й інтенсивність роботи органів шлунково-кишкового тракту теж досить велика. Якщо для низькопродуктивних тварин достатньо 10-12 кормових одиниць, то для високопродуктивних – 25-30 кормових одиниць, або в 2,5 рази більше. Як висновок, для покращення діяльності системи органів травлення високопродуктивних корів період їх роздоювання подовжують до 1,5-2 місяців із поступовим збільшенням поживності раціонів через кожних 5-7 днів на 2-3 кормових одиниці [6].

Для високопродуктивних корів у період роздою у раціонах концентрація енергії в 1 кг сухої речовини має бути висока – від 1 до 1,2 кормових одиниць (11,8-14,2 МДж), у період виробництва молока середня – 0,8-1 кормових одиниць (9,4-11,8 МДж), а в період запуску помірна – до 0,8 кормових одиниць (до 9,4 МДж обмінної енергії). Кількість сирової клітковини в них відповідно становить 17-20 %, 20–24 і 24-28 %. Ось чому за кордоном поживність 1 кг сухої речовини вища в середньому на 12 % за обмінною енергією, на 14 % – за сирим протеїном і на 50 % – за каротином, порівняно з деталізованими нормами годівлі, прийнятими в Україні [9, 12].

Доведено, що досить важливе значення у годівлі високопродуктивних корів відіграють ліпіди з використанням різних методів їх «захисту». Коровам із надоєм понад 17 кг молока за добу доцільно вводити у раціони кормовий жир, вміст якого не повинен перевищувати 5 % сухої речовини. Максимальна кількість жиру в раціонах високопродуктивних корів має дорівнювати вмісту жиру, виведеного з організму тварини з молоком. Так, при 50 кг надою молока жирністю 4 % з раціоном повинно надходити в організм корови 2 кг жиру. Також слід звертати увагу на те, щоб кількість кальцію був на рівні 1 %, а магнію – 0,3 % від сухої речовини раціону. Необхідна кількість жиру для корів повністю покривається за рахунок жиру, який надходить із кормом [15].

Особливе значення для підтримання обмінних процесів у організмі високопродуктивних молочних корів відіграють мінеральні речовини. Відсутність або недостатня кількість їх у раціонах годівлі спричиняє значні порушення та функціональні зміни в організмі корів, що призводить до цілого ряду хвороб та значного зниження молочної продуктивності.

Із макроелементів найбільше значення для нормального функціонування організму високо молочно корів мають кальцій і фосфор. Кальцій є одним із найважливіших елементів в організмі тварин, тому, що бере активну участь у багатьох процесах обмінних процесів у організмі. Основна кількість цього елемента зосереджена в кістках, від нього залежить функціонування скелетної та серцевої мускулатури. Але найчастіше в раціонах дійних корів відчувається дефіцит фосфору. Він входить до складу багатьох ферментів, значну частину яких можна віднести до активаторів-каталізаторів, також фосфор активує обмінні процеси в організмі та покращує відтворні функції тварин [4, 14].

Для високопродуктивних корів генетично закладена підвищена на 10-15 % потреба в концентрації енергії та інших поживних і біологічно активних речовини в 1 кг сухої речовини кормів раціону. В 1 кг сухої речовини раціону має бути: 10-11 МДж обмінної (доступної до обміну) енергії, не менше 105-115 г перетравного протеїну на 1 кормову одиницю, у т.ч. не менше 30-40 % – нерозщепленого в рубці; 5,9-6,3 тис. МО вітаміну А; 1 тис. МО вітаміну D; 35-40 мг вітаміну Е; 28-30 мг каротину; 8,5-10 г кальцію; 5,5-6,5 г фосфору; 2,2-2,4 г сульфору; 5,0-5,5 г магнію; 10-11 г калію; 60-80 мг цинку; 60-80 мг мангану; 10-12 мг купруму; 0,8-1,4 мг йоду; 0,2 мг селену; 0,5-1 мг молібдену [5, 8].

За правильно організованої годівлі високопродуктивних корів важливо дотримувати наступних умов: роздану кількість кормів тварини повинні з'їсти на 80-90 % до початку наступного роздавання; тривалість інтервалів між двома основними суміжними роздаваннями кормів не повинна бути менша тривалості одного кормового циклу (2-2,5 годин), щоб тваринам залишити час для ретельного пережовування; додаткові витрати праці та витрати енергетичних ресурсів за багаторазового роздавання мають компенсуватися одержанням додаткової продукції [2, 8, 10].

Висновки. При формуванні високопродуктивних стад великої рогатої худоби слід пам'ятати, що висока молочна продуктивність корів пов'язана з великою напругою фізіологічних і обмінних процесів організму, а саме посилюється робота органів травлення, дихання, кровообігу, внутрішньої секреції та нервової системи. Усе це слід урахувати при складанні раціонів із високоякісних кормів та кормових добавок.

Корми для раціону великої рогатої худоби потрібно підбирати таким чином, щоб забезпечити не тільки активну діяльність мікрофлори передшлунків, але і ферментативну діяльність сичуга та токого відділу кишківника, враховуючи вплив продуктів травлення на здоров'я тварин та якість отримуваної продукції.

Для ефективного використання кормів високопродуктивними коровами необхідно вивчати хімічний склад кормів, контролювати раціони за більшою кількістю показників, ніж у деталізованих нормах, створювати нову систему оцінки поживності кормів.

Список використаної літератури

1. Богданов Г.О., Кандиба В. М., Костенко В. І. Актуальні проблеми науки і практики з годівлі великої рогатої худоби та варіанти їх вирішення у господарствах України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. Вип. 160. Ч. 2. С. 226-233.
2. Бомко В.С., Даниленко В.П., Бабенко С.П. та ін Особливості формування і годівлі високопродуктивного стада корів: монографія. Біла Церква: БНАУ, 2019. 372 с
3. Гайденко О., Чипляка С., Подлесний М., Кравчук О. Типи годівлі, раціони для високопродуктивного стада. *Сучасне тваринництво*. 2017. № 2. С. 92-94.

4. Дворська Ю. Сучасний підхід до мінеральної годівлі дійних корів. *Farmer*. 2016. №8 (97). С.18-21.
5. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. За ред. Ібатулліна І.І., Жукорського О.М. К. 2016. 300 с.
6. Калінчик М.В., Алексеєнко І.М., Лисенко К.О.. Оптимізація раціонів годівлі корів як основний чинник конкурентоспроможності галузі молочного скотарства. *Агросвіт*. 2013. № 1. С. 9-14.
7. Костенко В., Гавриленко М. Повноцінна годівля запорука високої продуктивності. Пропозиція. 2008. URL: <https://propozitsiya.com/ua/povnocinna-godivlya-zaporuka-visokoyi-produktivnosti>
8. Михальченко С., Іонов І. Організація повноцінної годівлі високопродуктивних корів. *Аграрний тиждень Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/tvarinnictvo/5900-organzacya-povnocnnoyi-godvlvisokoproduktivnih-korv.html>
9. Рубан Н.О., Єфімов В.Г., Масюк Д.М. Значення клітковини в годівлі корів. *Корми і факти*. 2018. №3 (91). С. 38- 40.
10. Сироватко К.М., Зотько М.О. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Друк». 2020. 269 с.
11. Скоромна О.І. Оцінка високобілкових кормів у продукції молока. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 90. С. 157-168.
12. Скоромна О.І. Вплив сирової клітковини в кормах на молочну продуктивність корів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 3 (102). С. 11-22.
13. Бомко В.С. Перетравність кормів, обмін речовин за різних рівнів енергії, протеїну, лізину і метіоніну в раціонах високопродуктивних корів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2011. Вип. 5. С. 8-11.
14. Сметаніна О.В., Ібатуллін І.І., Бомко В.С. Вплив преміксів на основі металохелатів на хімічний склад молока у високопродуктивних корів у перші 100 днів лактації. *Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2016. №1. Т. 4. С. 251-255.
15. Куян Н. Сучасні підходи до нормування годівлі тварин. *Ефективне тваринництво*. 2014. № 1. С. 5-7.
16. Янович В.Г., Сологуб Л.І. Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин. Львів: Тріада Плюс. 2000. С. 322- 335.

Анна ТОВПИГА¹⁵,
студентка 2 курсу,
факультет ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ УМОВ УТРИМАННЯ КОРІВ НА ЇХ ВІДТВОРНУ ФУНКЦІЮ

Анотація. У статті теоретично та експериментально підтверджено вплив тривалості лактації на деякі показники відтворної здатності корів. Встановлено, що подовження лактації призводить до збільшення тривалості сухостійного періоду. Основними причинами вибраковування корів визначено акушерсько-гінекологічні патології, а також захворювання травної системи та порушення обміну речовин. Показано, що простий та ефективний метод кристалізації слини і слизу з присінка піхви допомагає визначати оптимальний час для осіменіння та може використовуватися як додатковий інструмент для діагностики тільності та неплідності у корів. Інформативність методу арборизації мазків зі слизової оболонки присінка піхви та слини підтверджена, тоді як кристалізація мазків слизу з кон'юнктиви та носової порожнини виявилася неефективною. Також розроблено і випробувано метод ранньої діагностики тільності на основі виявлення хоріонічного гонадотропіну у сечі корів.

Ключові слова: корова, відтворна здатність, слиз, слина, арборизація, індекс осіменіння, сервіс-період, вибракування.

Annotation. The article theoretically and experimentally confirms the influence of lactation duration on some indicators of cows' reproductive capacity. It was found that lengthening lactation leads to an increase in the duration of the dry period. The main reasons for culling cows are obstetric and gynecological pathologies, as well as diseases of the digestive system and metabolic disorders. It has been shown that a simple and effective method of crystallization of saliva and mucus from the vaginal vestibule helps to determine the optimal time for insemination and can be used as an additional tool for diagnosing pregnancy and infertility in cows. The informativeness of the method of arborization of vaginal mucosal swabs and saliva was confirmed, while crystallization of mucus swabs from the conjunctiva and nasal cavity was ineffective. A method for early diagnosis of pregnancy based on the detection of chorionic gonadotropin in cow urine was also developed and tested.

Key words: cow, reproductive capacity, mucus, saliva, arborization, insemination index, service period, culling.

¹⁵Науковий керівник: Пікула О.А., к. с.-г. наук, доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ

Вступ. Молочне скотарство є важливою складовою сільського господарства України, забезпечуючи населення продуктами харчування, а промисловість – сировиною. Однак останніми роками спостерігається негативна тенденція в цій галузі, зокрема скорочення поголів'я тварин. Для розвитку молочного скотарства необхідно зосередити увагу на відтворенні великої рогатої худоби.

Відтворна здатність тварин є однією з основних господарсько-біологічних та селекційних характеристик. Останніми роками показники відтворення худоби в Україні погіршилися, що проявляється у зниженні виходу телят, подовженні періодів статевої охоти та сервіс-періодів, а також зниженні відсотка успішних запліднень після першого осіменіння. Дослідження показують, що спадковість має незначний вплив на ці показники, а між молочною продуктивністю корів і їх репродуктивною здатністю існує від'ємна кореляція.

Ефективна боротьба з неплідністю корів вимагає регулярного ветеринарного та зоотехнічного контролю, що дозволяє планувати роди, своєчасний запуск та інші внутрішньофермерські операції. Це також забезпечує своєчасне поповнення стада ремонтним молодняком і вибракування непридатних до відтворення тварин. Досягти таких результатів можливо через регулярні діагностичні дослідження та щоденний облік основних груп тварин.

Проблема низького виходу телят на 100 корів є особливо актуальною, і людський фактор суттєво впливає на підвищення молочної продуктивності, яка, у свою чергу, негативно позначається на відтворній здатності. Виконання основних критеріїв відтворення дозволить господарствам самостійно поповнювати стадо. Годівля, догляд та утримання тварин тісно пов'язані між собою і мають значний вплив на їх репродуктивну функцію, а ветеринарне забезпечення, особливо здоров'я репродуктивних органів, є вкрай важливим.

Таким чином, існує необхідність переглянути критерії оцінки відтворної здатності високопродуктивних корів відповідно до умов їх утримання та годівлі. Для того щоб молочне скотарство залишалось рентабельним, зусилля працівників і наукові знання повинні бути спрямовані на покращення показників відтворення корів і телиць.

Метою цієї роботи є аналіз відтворної функції молочних корів за різними технологіями утримання, дослідження арборизації мазків секретів слизових оболонок залежно від стадії статевого циклу, а також розробка та апробація тесту для ранньої діагностики тільності.

Виклад основного матеріалу. Залежність відтворної здатності корів від тривалості лактації. У результаті експериментальних досліджень було встановлено, що в господарстві № 1 у тварин першої (контрольної) групи середня тривалість сервіс-періоду становила $95 \pm 17,3$ діб, що було найменшим показником серед усіх груп. У тварин другої та третьої груп цей період складав $243 \pm 27,4$ та $567 \pm 44,7$ діб відповідно (див. табл. 1).

У господарстві № 2 тривалість сервіс-періоду для першої групи була $121 \pm 15,0$ діб, для другої – $227 \pm 24,9$, а для третьої – $546 \pm 32,2$ діб.

У середньому для господарств № 1 і № 2 тривалість сервіс-періоду суттєво

не відрізнялася, не залежала від системи утримання та становила $302 \pm 60,9$ і $307 \pm 61,3$ діб відповідно. Аналогічну закономірність спостерігали й у показниках тривалості міжотельного періоду. Середній індекс осіменіння корів також був подібним і складав $3,6 \pm 0,6$ у господарстві № 1 та $4,2 \pm 0,8$ у господарстві № 2.

Таблиця 1

Показники відтворної здатності корів піддослідних груп, $M \pm m$

Господарство	№ групи	Показники відтворної здатності				
		Сервіс-період, діб	Міжотельний період, діб	Індекс осіменіння	Вихід телят, %	Номер лактації
№ 1	I (контрольна) (n=15)	$95 \pm 17,3$	$377 \pm 17,3$	$1,8 \pm 0,4$	$97,6 \pm 4,44$	$2,3 \pm 0,2$
	II (дослідна) (n=15)	$243 \pm 27,4^*$	$525 \pm 27,4^*$	$4,1 \pm 0,7^*$	$70,1 \pm 3,44^*$	$2,2 \pm 0,5$
	III (дослідна) (n=15)	$567 \pm 44,7^*$	$849 \pm 44,7^*$	$4,9 \pm 1,3^*$	$43,4 \pm 2,31^*$	$1,0 \pm 0,1$
	Середнє	$302 \pm 60,9$	$584 \pm 60,9$	$3,6 \pm 0,6$	$70,4 \pm 6,83$	$1,8 \pm 0,2$
№ 2	I (контрольна) (n=15)	$121 \pm 15,0$	$403 \pm 15,0$	$1,7 \pm 0,4$	$91,0 \pm 3,28$	$2,1 \pm 0,6$
	II (дослідна) (n=10)	$227 \pm 24,9^*$	$509 \pm 24,9^*$	$3,7 \pm 1,2$	$72,2 \pm 3,52^*$	$1,8 \pm 0,6$
	III (дослідна) (n=15)	$546 \pm 32,2^*$	$828 \pm 32,2^*$	$7,0 \pm 0,7^*$	$44,3 \pm 1,90^*$	$1,4 \pm 0,4$
	Середнє	$307 \pm 61,3$	$589 \pm 61,3$	$4,2 \pm 0,8$	$68,8 \pm 6,58$	$1,8 \pm 0,3$

Примітка. $*P \leq 0,05$, порівнюючи з контрольною групою

Спостерігається тенденція до зростання індексу осіменіння зі збільшенням тривалості лактації у корів піддослідних господарств. У господарстві № 1 індекс осіменіння становив $1,8 \pm 0,4$, причому всі тварини запліднилися після третього осіменіння. У другій групі цей показник зріс до $4,1 \pm 0,7$, причому лише одна корова запліднилась після першого осіменіння, тоді як більшість потребувала від трьох до шести спроб. У третій групі індекс осіменіння був ще вищим – $4,9 \pm 1,3$, причому у кількох корів він досягав 5–11 спроб.

У корів з найдовшою лактацією (601–900 діб) індекс осіменіння зріс до 4,9–7,0, а вихід телят знизився до 43,4–44,3%. Це означає, що при такій відтворній ефективності можна отримати лише одне теля на два роки, з яких 50% будуть теличками, що робить ремонт стада економічно не вигідним. Витрати на осіменіння та втрати телят у господарстві № 1 склали 4861 грн на одну корову, а в господарстві № 2 – 5168 грн, що призводить до зниження поголів'я.

Вплив подовженої лактації на тривалість сухостійного періоду. Згідно з

результатами досліджень (табл. 2), у господарстві № 1 було встановлено, що середня тривалість сухостійного періоду у корів контрольної групи становила 64 доби. У тварин другої та третьої піддослідних груп цей період тривав відповідно $90 \pm 17,4$ та $99 \pm 27,1$ доби. У середньому для піддослідних груп тривалість сухостійного періоду склала $84 \pm 11,8$ доби.

Показники надою за фактичну лактацію та за 305 діб лактації значно відрізнялися між другою і третьою піддослідними групами. У другій групі (тривалість лактації 451–600 діб) в господарстві №1 співвідношення становило 8201 ± 762 кг проти 6439 ± 481 кг, а в господарстві №2 — 7594 ± 729 кг проти 6066 ± 496 кг. У третій групі (тривалість лактації 601–900 діб) це співвідношення було максимальним: у господарстві №1 — 13716 ± 1304 кг проти 6884 ± 435 кг, а в господарстві №2 — 13830 ± 1633 кг проти 8484 ± 705 кг. Хоча підвищення надою за лактацію позитивно впливає на економічні показники, його збільшення в 2-3 рази через подовження лактації вказує на економічну недоцільність та збитковість.

Таблиця 2

Технологічні показники піддослідних груп, $M \pm m$

Господарство	№ групи	Показники продуктивності		Тривалість сухостійного періоду, діб	Номер лактації
		Надій, кг			
		за фактичну лактацію	за 305 діб		
№ 1	I (контрольна) (n=15)	7196 ± 738	7100 ± 543	$64 \pm 9,1$	$2,3 \pm 0,2$
	II (дослідна) (n=15)	8201 ± 762	6439 ± 481	$90 \pm 17,4$	$2,2 \pm 0,5$
	III (дослідна) (n=15)	$13716 \pm 1304^*$	6884 ± 435	$99 \pm 27,1$	$1,0 \pm 0,1$
	Середнє	9704 ± 1008	6808 ± 287	$84 \pm 11,8$	$1,8 \pm 0,2$
№ 2	I (контрольна) (n=15)	5729 ± 729	5552 ± 676	$73 \pm 14,8$	$2,1 \pm 0,6$
	II (дослідна) (n=10)	7594 ± 729	6066 ± 496	$64 \pm 10,4$	$1,8 \pm 0,6$
	III (дослідна) (n=15)	$13830 \pm 1633^*$	$8484 \pm 705^*$	$129 \pm 28,7$	$1,4 \pm 0,4$
	Середнє	9233 ± 1327	6780 ± 564	$92 \pm 15,1$	$1,8 \pm 0,3$

Примітка. $*P \leq 0,05$, порівнюючи з контрольною групою

З подовженням сухостійного періоду на 30 днів економічні втрати від недоотриманого молока становили приблизно 5000 грн на кожну корову, а при подовженні до 150–180 днів вони сягали 15000 грн (при середній ціні 1 кг молока 8 грн). У господарстві №1 середньодобові збитки склали 102,01 грн, у той час як у господарстві №2 — 129,24 грн. Також відзначалася тенденція до збільшення кореляційного зв'язку зі зростанням середньодобової молочної продуктивності корів. У третю групу обох господарств увійшло майже 100% корів-первісток.

Аналіз причин передчасного вибуття корів показав, що в господарстві №1 найбільше корів вибуло під час першої лактації — 57 голів (46%). У другу

лактацію вибуло 27 корів (22%), у третю — 15 (12%), у четверту — 18 (15%), у п'яту — 6 (5%), під час шостої та сьомої корів не вибраковували. У господарстві №2 найбільше корів вибуло у першу лактацію — 42 голови (44%), у другу — 21 (22%), у третю — 8 (8%), у четверту — 6 (6%), у п'яту — 8 (8%), у шосту — 7 (7%) і сьому — 5 (5%). Загалом у господарстві №1 вибуло 123 корови, а в господарстві №2 — 97. Основною причиною вибуття корів у перші дві лактації стали патології вагітності, родів та післяродового періоду, викликані порушеннями технології вирощування ремонтного молодняка.

Встановлено, що найбільша кількість корів вибула через акушерські та гінекологічні патології, що становило 52,8 % у господарстві №1, з яких 55 % були коровами-первістками, а в господарстві №2 — 43,3 %, з яких 31 % корів першого отелення. Це свідчить про проблеми у вирощуванні ремонтного молодняка. Усі первістки вибували зі стада в період 301–600 днів лактації.

У господарстві №2 внаслідок акушерських та гінекологічних патологій вибуло 42 корови (43,3 % від загальної кількості), з них 13 голів (31 %) були першої лактації. Внаслідок захворювань системи органів травлення та обміну речовин вибуло 25 тварин (25,8 %), з яких 14 (56 %) — у першу лактацію. Внаслідок хвороб апарату руху вибракували 15 корів (15,5 %), з яких 9 (60 %) були у першу лактацію.

Слід зазначити, що в господарстві з прив'язною системою утримання корови вибувають переважно з акушерськими та гінекологічними патологіями — 65 (52,8 %), а лише чотири тварини (3,3 %) — з хворобами апарату руху. Водночас у господарстві з безприв'язною системою 42 (43,3 %) тварини вибули через акушерські та гінекологічні патології, а 15 голів (15,5 %) — через хвороби апарату руху. За результатами проведеного аналізу вибуття корів-первісток піддослідних господарств залежно від тривалості лактації виявлено, що найбільша кількість тварин вибуває до 600 днів лактації. Це, імовірно, пов'язано з інтенсивним використанням тварин до зазначеного терміну для отримання більших надойв молока, не враховуючи доцільність та ефективність такого підходу.

Проведено також аналіз вибуття корів-первісток залежно від віку та маси тіла на момент першого осіменіння.

Тварини були розділені на три групи: до першої групи увійшли тварини, вік яких не перевищував 14 місяців; до другої — телиці віком від 14 до 18 місяців; до третьої — старші 18 місяців.

Відповідно до причин вибуття тварини були розподілені на групи: перша група — тварини з акушерськими та гінекологічними патологіями, друга група — з хворобами системи органів травлення та обміну речовин, третя група — з хворобами апарату руху, четверта група — з іншими патологіями (табл. 3).

Серед 10 тварин третьої групи (маса тіла на момент першого осіменіння становила $489 \pm 35,6$ кг) по 5 (50 %) вибули через акушерські та гінекологічні патології, а також захворювання системи органів травлення і обміну речовин.

Таблиця 3

*Вплив віку та маси тіла за першого осіменіння на вибуття корів-первісток
(господарство № 1), M±m*

Вік за першого осіменіння, міс., група	Кількість корів, n	Маса тіла за першого осіменіння, кг	Групи тварин за причиною вибракування, n/%			
			I	II	III	IV
<14, група № 1	7	359±16,2	4/57,1	3/42,9	0/0	0/0
14-18, група № 2	21	420±11,7	12/57,1	4/19	2/9,5	3/14,3
>18, група № 3	10	489±35,6	5/50	5/50	0/0	0/0

Встановлено, що під час першої лактації серед 7 корів першої групи (маса тіла на момент першого осіменіння становила 359±16,2 кг) 4 тварини (57,1 %) вибули через акушерські та гінекологічні патології, а 3 (42,9 %) – через захворювання системи органів травлення та обміну речовин. У другій групі (маса тіла на момент першого осіменіння – 420±11,7 кг) із 21 корови 12 (57,1 %) вибули внаслідок акушерських та гінекологічних патологій, 4 (19 %) – через хвороби системи органів травлення та обміну речовин, 2 (9,5 %) – захворювання апарату руху, а 3 корови (14,3 %) – внаслідок інших патологій.

Як видно з даних, наведених у таблиці 4, серед 12 корів (молодші 14 місяців, маса тіла 321±18,2 кг) за першого осіменіння 3 (25 %) вибули через акушерські та гінекологічні патології, 5 (41,7 %) – через патології системи органів травлення та обміну речовин, а 3 (25 %) – внаслідок захворювань апарату руху.

Таблиця 4

*Вплив віку та маси тіла за першого осіменіння на вибуття корів-первісток
(господарство № 2), M±m*

Вік за першого осіменіння, міс., група	Кількість корів, n	Маса тіла за першого осіменіння, кг	Групи тварин за причиною вибракування, n/%			
			I	II	III	IV
>14, група № 1	12	321±18,2	3/25	5/41,7	3/25	1/8,3
14-18, група № 2	13	358±27,7	1/7,7	7/53,8	4/30,8	1/7,7
<18, група № 3	8	467±46,6	4/50	1/12,5	1/12,5	2/25

Серед 13 тварин (вік 14-18 місяців, маса тіла 358±27,7 кг) у першу лактацію зі стада вибули: 1 (7,7 %) – через акушерські та гінекологічні патології, 7 (53,8 %) – через хвороби системи органів травлення та обміну речовин, а 4 (30,8 %) – через захворювання апарату руху.

Серед 8 корів (вік понад 18 місяців, маса тіла 467±46,6 кг) 4 (50 %) вибули через акушерські та гінекологічні патології, 1 (12,5 %) – через захворювання системи органів травлення та обміну речовин, і 1 (12,5 %) – через захворювання апарату руху.

Встановлено, що тварини, які були надмірно вгодовані під час першого осіменіння, частіше страждали на патології обміну речовин. Надмірна маса тіла перед отеленням негативно впливає на інтенсивність молокоутворення на початку лактації, що погіршує обмін речовин і підвищує ризик метаболічних

розладів, таких як кетоз, а також ускладнень при пологах, післяродового парезу та субінволюції статевих органів.

Вибуття тварин через акушерські та гінекологічні патології в господарствах із прив'язною та безприв'язною системами утримання, як правило, зумовлювалося післяродовими ускладненнями (дані програми Uniform-Agri). Згідно з діагнозами ветеринарних лікарів, основними проблемами були субінволюція матки, гострі та хронічні форми метриту, а також ускладнення родів (затримка посліду) і в невеликій кількості – захворювання молочної залози (мастит).

Розроблено та апробовано тест для ранньої діагностики тільності. Матеріалом для дослідження слугувала сеча корів, яку відбирали з 24-ї по 90-ту добу після осіменіння о 4-й годині ранку, перед годівлею та доїнням. Сечу (близько 300-350 мл) збирали в сухий, заздалегідь підготовлений посуд об'ємом 700-900 мл та переносили у пробірки з інвентарним номером і тест-реактивом. Вміст пробірок струшували для ретельного перемішування протягом 30 секунд, після чого реакцію оцінювали візуально через 30-45 хвилин.

При позитивній реакції (тварина тільна) спостерігали значне випадіння осаду у вигляді пластівців і просвітлення надосадової рідини. При негативній реакції (корова неплідна) вміст пробірки був однорідним, вишневого кольору, з відсутністю або незначною кількістю осаду.

Результати апробації тесту на тільність показали, що його діагностична ефективність для визначення тільності до 2 місяців становить 85 %. З 35 підтверджених випадків тільності позитивна реакція була зафіксована у 30. Діагностична ефективність визначення тільності з 2 до 3 місяців становить 91 %: із 45 тільних корів позитивну реакцію на тільність виявлено у 41 тварини.

Аналізуючи результати виробничої апробації тесту на тільність корів у господарстві, можна зазначити наступне: -діагностична ефективність тесту у тварин до 2 місяців тільності становить 85 %. Точність тесту з 2 до 3 місяців тільності становить 91 %.

Висновок. У статті представлені результати досліджень відтворювальної функції молочних корів за різних технологій утримання, теоретично та експериментально обґрунтовано вплив тривалості лактації на сухостійний період і відтворювальну здатність корів. Проведено аналіз основних причин вибуття молочних корів із продуктивного стада. Розроблено нові методи діагностики тільності та неплідності за допомогою тестування і дослідження кристалізації секрету кон'юнктиви, слизових оболонок ротової, носової порожнин та присінка піхви у корів.

1. Дослідження показали, що оптимальними та економічно обґрунтованими показниками відтворювальної здатності корів є тривалість лактації 300–450 діб, при цьому вихід телят становить 97,6–91,0 %, сервіс-період – 95–121 добу, а індекс осіменіння – 1,8–1,7. Доведено, що подовжена лактація (601–900 діб) негативно впливає на відтворювальну здатність корів, що підтверджується збільшенням індексу осіменіння до 4,9–7,0 та зниженням виходу телят до 43,4–44,3 %.

2. Обґрунтовано, що подовження лактації спричиняє фізіологічну гіпогалактію та передчасний самозапуск корів, що призводить до втрат молока (при подовженні сухостійного періоду на 30 діб економічні збитки становлять близько 5000 грн, а при подовженні на 150–180 діб – до 15000 грн на одну корову) та збільшення витрат на кожну добу міжотельного періоду. Це підтверджується високою кореляцією ($r=0,86$ та $r=0,95$) між цими показниками.

3. Встановлено, що передчасне вибуття корів із продуктивного стада зумовлене акушерськими та гінекологічними патологіями у 52,8 % тварин при прив'язному утриманні, з яких 55 % — корови-первістки, та у 43,3 % тварин при безприв'язному утриманні, з яких 31 % — первістки. Також розроблено тест для виявлення хоріонічного гонадотропіну в сечі корів, який показав ефективність 85 % до 2 місяців після осіменіння і 91 % через 2–3 місяці.

Список використаної літератури

1. Fiorenza M. F., Marey M. A., Rashid M. B., Zinnah M. A., Ma D., Morillo V. A., Kusama K., Shimada M., Imakawa K., Antoniazzi A. Q., & Miyamoto A. Neutrophils recognize and amplify IFNT signals derived from day 7 bovine embryo for stimulation of ISGs expression *in vitro*: A possible implication for the early maternal recognition of pregnancy. *Biochemical and biophysical research communications*. 2021. № 553. P. 37–43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2021.03.037>

2. Rutigliano H. M., Leppo K. A., & Morgado K. P. Changes in mononuclear immune cells during bovine pregnancy. *Reproduction, fertility, and development*. 2022. № 34 (8). P. 608–618. DOI: <https://doi.org/10.1071/RD21161>

3. Velázquez M. M. D. L., Peralta M. B., Angeli E., Stassi A. F., Gareis N. C., Durante L., Cainelli S, Salvetti NR, Rey F., & Ortega H. H. Immune status during postpartum, peri-implantation and early pregnancy in cattle: An updated view. *Animal reproduction science*. 2019. № 206. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci>.

4. Zhelavskyi M. M., Kernychnyi S. P., Dmytriv O. Ya., & Betlinska T. V. Cellular aging and immunity. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2022. № 5 (1). P. 8–16. DOI: <https://doi.org/10.32718/ujvas5-1.02>

Діана РУТКОВСЬКА¹⁶,
студентка магістратури,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДИНАМІКА РОСТУ ТА РОЗВИТКУ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-ВІТАМІННОГО ПРЕМІКСУ

***Анотація.** Для досягнення високих виробничих показників та забезпечення стабільної якості продукції необхідно дотримуватися технологічних умов, серед яких раціональна годівля відіграє ключову роль. Мінеральні речовини є важливими компонентами раціону курчат-бройлерів. Дослідження проводилися на курчатах-бройлерах Кобб-500 протягом 42 днів. Птиці дослідної групи з 8-денного віку у складі основного раціону згодовували премікс Дольфос Д. Курчата-бройлери дослідної групи на кінець дослідного періоду мала більшу живу масу на 14,6%, при цьому середньодобовий приріст вищий на 9,4 г. Використання в раціонах бройлерів преміксу Дольфос Д, що містить у своєму складі мікро- та макроелементи, сприяло зниженню на 0,3 кг витрат кормів на одиницю приросту.*

***Ключові слова:** курчата-бройлери, жива маса, середньодобовий приріст, мінеральна добавка, годівля*

***Abstract.** To achieve high production rates and ensure stable product quality, it is necessary to observe technological conditions, among which rational feeding plays a key role. Mineral substances are important components of the diet of broiler chickens. Research was conducted on Cobb-500 broiler chickens for 42 days. The birds of the experimental group from the age of 8 days as part of the main diet were fed premix Dolphos D. The broiler chickens of the experimental group at the end of the experimental period had a higher live weight by 14.6%, while the average daily gain was higher by 9.4 g. Use in diets broilers of Dolphos D premix, which contains micro- and macroelements, contributed to a decrease of 0.3 kg of feed consumption per unit of growth.*

***Key words:** broiler chickens, live weight, average daily gain, mineral supplement, feeding*

***Вступ.** Сучасне птахівництво є однією з найбільш динамічних і перспективних галузей агропромислового комплексу, що відіграє важливу роль у забезпеченні населення високоякісною продукцією. В умовах глобальної урбанізації та стрімкого зростання попиту на продукти тваринного походження, особливого значення набуває виробництво м'яса птиці, яке є джерелом доступного і поживного білка. Курчата-бройлери, завдяки своїй швидкій*

¹⁶ Науковий керівник: Разанова О.П., доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ

інтенсивності росту, відносно низьким витратам на виробництво та високій рентабельності, займають провідне місце серед інших видів сільськогосподарської птиці.

Розведення курчат-бройлерів завжди відрізнялося від інших галузей АПК високою економічною ефективністю та швидкою оборотністю активів, що і дозволило птахопідприємствам останніми роками активно розвиватися, забезпечувати споживача вітчизняним м'ясом птиці і експортувати продукцію. Швидкий розвиток птахівництва встановлює нові вимоги до балансу поживних речовин у птахівництві. У цьому відношенні особливо важливо покращити технологію годівлі птиці за рахунок використання біоактивних добавок.

Для досягнення високих виробничих показників та забезпечення стабільної якості продукції необхідно дотримуватися ряду технологічних умов, серед яких раціональна годівля відіграє одну з ключових ролей. Правильно збалансований раціон є основою для інтенсивного росту, розвитку та збереження здоров'я птиці. Зокрема, мінеральні добавки, які входять до складу кормів, є незамінними елементами, що забезпечують правильний перебіг обмінних процесів, розвиток скелетної системи, функціонування імунної системи та загальний фізіологічний стан курчат-бройлерів.

Мінеральні речовини є важливими компонентами раціону, оскільки вони беруть участь у регуляції ряду критичних функцій організму. Кальцій та фосфор необхідні для побудови кісткової тканини, магній і калій впливають на м'язову активність, селен і цинк відіграють важливу роль у підтримці імунітету та захисті від оксидативного стресу. Недостатнє надходження цих елементів може призвести до порушень розвитку, зниження продуктивності та збільшення ризику захворювань.

Попри те, що роль мінеральних добавок у годівлі курчат-бройлерів є загально визнаною, питання їх оптимального використання залишається актуальним. Це пов'язано з необхідністю точного визначення дозування, врахування вікових та фізіологічних особливостей птиці, а також умов утримання, які можуть значно впливати на потреби в мінеральних речовинах. Крім того, важливо враховувати економічні аспекти, оскільки надмірне використання добавок може підвищити собівартість продукції, не приносячи при цьому суттєвих переваг.

У зв'язку з цим виникає потреба в проведенні досліджень, спрямованих на оцінку ефективності різних мінеральних добавок у годівлі курчат-бройлерів. Важливо дослідити, як різні мінеральні комплекси впливають на ріст, розвиток, стан здоров'я та якісні характеристики продукції, а також визначити оптимальні дози та схеми застосування, що забезпечать максимальну продуктивність при мінімальних витратах.

Метою дослідження є вивчення впливу мінеральної добавки на показники росту та розвитку курчат-бройлерів.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводилися на курчатах-бройлерах Кобб-500. Для цього було відібрано 2 групи одноденних курчат-бройлерів по 15 голів в кожній.

Умови годівлі були однаковими. Птиця контрольної групи отримувала загальногосподарський раціон, дослідної групи - з 8-ми денного віку у складі основного раціону - мінералізований премікс Дольфос Д у кількості 1,5 кг на тонну корму. Дослідний період тривав 42 дні. Концентрат преміксу містить макро- та мікроелементи, вітаміни, амінокислоти, що необхідні для нормального функціонування організму.

Піддослідна птиця утримувалася у клітках віварію Вінницького національного аграрного університету. Технологія утримання відповідає галузевому стандарту, прийнятому для вирощування курчат-бройлерів на м'ясо. Температурний та світловий режим, вологість, фронт годівлі та напування відповідали рекомендаціям ВНІП (2000).

У ході проведення експерименту суворо дотримувалися стандартів утримання та догляду за курчатами-бройлерами. Зокрема, було забезпечено відповідні умови температурного режиму та освітлення, які мають важливе значення для росту і розвитку птиці.

Сучасне птахівництво передбачає використання високопродуктивної птиці з метою максимального отримання продукції за мінімальних витрат кормів. При вирощуванні бройлерів важливим аспектом є якість годівлі, оскільки вона безпосередньо впливає на швидкість росту, якість тушок і ефективність використання кормів. Застосування повнораціонних комбікормів забезпечує птиці доступ до всіх необхідних поживних речовин, що сприяє їх оптимальному розвитку та продуктивності.

Під час дослідження було застосовано трьохфазну програму годівлі, розроблену відповідно до вікових потреб птиці.

Використання в годівлі курчат-бройлерів мінералізованої добавки Дольфос Д позитивно вплинула на їх живу масу (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка живої маси курчат-бройлерів за введення до раціону мінералізованого преміксу Дольфос Д, г

Вік, дні	Група	
	контрольна	дослідна
1	41±0,9	41±0,8
7	170±1,4	176±0,9
14	471±2,8	541±2,1
21	904±2,3	1009±2,7
28	1472±10,6	1698±11,4
35	2092±11,4	2412±12,5
42	2701±13,8	3095±14,6
Витрати корму на 1 кг приросту, кг	1,61	1,57

За результатами зважування протягом досліджуваного періоду встановлено міжгрупові відмінності за показниками живої маси. Так, у дослідній групі жива маса курчат на другий тиждень вирощування була вищою на 70 г, або на 14,9%, на 2 добу перевага становила 11,6%, на 28 добу – на 15,3%, на 35 добу – на 15,2%. До кінця періоду вирощування (на 42 добу) жива маса дослідних бройлерів за згодовування їм мінерального преміксу Дольфос Д виявилася вищою за птицю у контрольній групі на 394 г, або на 14,6%.

Показники абсолютного приросту живої маси курчат піддослідних груп відрізнялися, починаючи з 8-денного віку (табл. 2).

Абсолютний приріст живої маси дослідних курчат, які отримували мінералізовану добавку, був вищим, ніж у аналогів з контролю, в період з 8 до 14- денного віку на 21,7%, за 15-21 день – на 8,1%, з 22 по 28 день – на 21,3%, з 29 по 35 день – на 15,2%, з 36 по 42 день – на 12,1%. Абсолютний приріст живої маси курчат-бройлерів дослідної групи за весь період вирощування перевищував контрольних аналогів на 394 г або 14,8%.

Таблиця 2

Абсолютний приріст живої маси курчат-бройлерів за введення до раціону мінералізованого преміксу Дольфос Д, г

Віковий період, дні	Група	
	контрольна	дослідна
1-7	129±0,7	135±0,89
8-14	300±2,8	365±2,4
15-21	433±2,2	468±1,9
22-28	568±3,5	689±3,2
29-35	620±4,6	714±4,9
36-42	609±5,1	683±6,7
1-42	2660±10,8	3054±12,7

Показники середньодобових приростів живої маси, що характеризують інтенсивність росту курчат дослідної групи, також були вищими протягом усього періоду вирощування (табл. 3).

У віці 8-14, 22-28 та 36-39 днів спостерігалася найбільш істотна різниця за середньодобовим приростом між курчатами дослідної групи та їх аналогами з контрольної групи. Середньодобовий приріст живої маси курчат-бройлерів дослідної групи перевищував контроль у віці 8-14 днів на 9,3 г, 15-21 день – на 5,0 г, 22-28 днів – на 17,3 г, 29-35 днів – на 13,5 г, 36-39 днів - на 10,6 г. Середньодобовий приріст живої маси курчат-бройлерів, які отримували досліджувану добавку за весь період вирощування склав 72,7 г, що на 9,4 г більше, ніж у контрольній групі.

Таблиця 3

Середньодобовий приріст живої маси за введення до раціону мінералізованого преміксу
Дольфос Д, г

Віковий період, дні	Група	
	контрольна	дослідна
1-7	18,4±0,3	19,3±0,4
8-14	42,8±0,5	52,1±0,4
15-21	61,8±0,8	66,8±0,8
22-28	81,1±1,5	98,4±1,7
29-35	88,5±1,6	102,0±2,7
36-42	87,0±1,7	97,6±2,1
1-42	63,3±1,2	72,7±1,3

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що використання в раціонах курчат-бройлерів мінералізованого преміксу Дольфос Д, що містить у своєму складі мікро- та макроелементи, сприяло збільшенню живої маси, середньодобових приростів і, як наслідок, зниження на 0,3 кг витрат кормів на одиницю приросту.

Висновки. За використання Дольфос Д у годівлі курчат-бройлерів на 42 добу жива маса перевищувала контрольних аналогів на 14,6%.

Середньодобовий приріст живої маси дослідних бройлерів склав 72,7 г, що на 9,4 г більше порівняно з аналогами контрольної групи.

Список використаної літератури

1. Галанець В. Птахівництво як найбільш дієздатна галузь тваринництва. *Аграрна економіка*. 2014. Т. 7. № 3-4. С. 37-42.
2. Недашківський В.М., Слободянюк Н.М., Кондратюк В.М. Забійні якості курчат-бройлерів залежно від умов годівлі. *Вісник ДАУ*. 2008. № 2 (23). Т. 1. С. 104–111.
3. Ніколаєнко Ю.Ю. Якісні корми – запорука здоров'я сільськогосподарської птиці. *Птахівництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2018. Вип. 73. С. 53-58.
4. Побережець Ю.М., Огороднічук Г.М., Разанова О.П., Гутий Б.В., Скоромна О.І., Фаріонік Т.В. Вплив мінеральної кормової добавки на продуктивність курчат-бройлерів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія «Ветеринарні науки»*. 2023. Т. 25. № 111. С. 23–27.
5. Разанова О.П., Огороднічук Г.М., Побережець Ю.М. Ефективність використання мінеральних добавок різного походження у свинарстві та птахівництві: монографія. 2024. 144 с.

6. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Лютка Г.І., Купчук І.М. Сучасні кормові добавки у годівлі птиці: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ. 2021. 281 с.

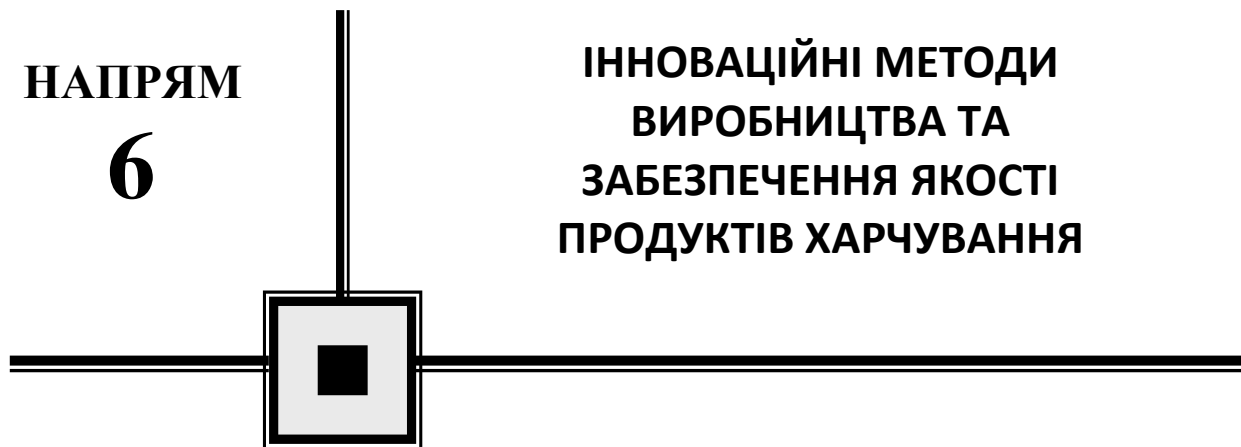
7. Чудак Р.А., Побережець Ю.М., Купчук І.М., Вугляр В.С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці: монографія. Вінниця: ТВОРИ. 2022. 248 с.

8. Яців С. Ф. Стан і перспективи розвитку птахівництва у сільськогосподарських підприємствах України. *Агросвіт*. 2021. № 16. С. 26-33.

НАПРЯМ

6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ
ВИРОБНИЦТВА ТА
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ



Кіра ЩЕРБИНА¹⁷,
студентка 2 курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

РОЛЬ ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН У ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ ХАРЧУВАННІ

***Анотація.** Процес харчування є функцією взаємозв'язку людини з довкіллям. Їжа повинна сприяти адаптації організму людини до несприятливих умов і, крім основної функції – задоволення фізіологічних потреб організму людини в харчових речовинах та енергії, також виконувати профілактичні та лікувальні завдання. Останнім часом популярність здорової їжі зростає. Фахівці прогнозують, що ринок функціональних продуктів з кожним роком зростає. У зв'язку з цим у багатьох країнах ведуться глибокі дослідження будови, складу, властивостей харчових волокон, технології їх використання як одного з компонентів при створенні композиційних продуктів харчування. Харчові волокна – велика група полімерних речовин різної хімічної природи, джерелами яких є рослинні продукти. Надзвичайно важливу роль харчові волокна відіграють у функціонуванні товстої кишки. Однією з основних їхніх властивостей є здатність утримувати воду.*

***Ключові слова:** сировина, якість, виробництво, злакові культури, кисломолочні продукти, стабілізатори, органолептичні характеристики, біологічна цінність.*

¹⁷Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Annotation. *The process of nutrition is a function of the relationship between man and the environment. Food should contribute to the adaptation of the human body to adverse conditions and, in addition to the main function of meeting the physiological needs of the human body for nutrients and energy, also perform preventive and curative tasks. Recently, the popularity of healthy food has increased. Experts predict that the market of functional products grows every year. In this regard, many countries are conducting in-depth studies of the structure, composition, properties of dietary fibers, the technology of their use as one of the components in the creation of composite food products. Dietary fibers are a large group of polymeric substances of different chemical nature, the sources of which are plant products. For a long time, dietary fibers were considered unnecessary ballast, from which they tried to free products to increase their nutritional value. In this regard, a number of refined products, completely free of ballast substances, have been developed. Dietary fibers play an extremely important role in the functioning of the large intestine. One of their main properties is the ability to retain water.*

Key words: *raw materials, quality, production, cereals, fermented milk products, stabilizers, organoleptic characteristics, biological value*

Вступ. Розширення асортименту продуктів здорового харчування здійснюється завдяки використанню сучасних досягнень науки про харчування.

Сучасна наука про харчування – це суворона наукова теорія, яка має набір медико-біологічних та гігієнічних підходів до обґрунтування вимог до харчових продуктів. При розробці цих вимог використовують уявлення про функціональні норми харчування, шляхи гарантування безпеки їжі, а також відомості про реальні економічні можливості суспільства з виробництва необхідних продуктів і платоспроможності населення для їх придбання. Нині в концепції “здорового” харчування особлива роль відводиться продуктам функціонального призначення як стратегічному напрямку розвитку харчової промисловості [1]. Позитивний вплив продуктів функціонального харчування на організм людини фахівці пов’язують з наявністю в них фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, які здатні здійснювати біологічно значущий вплив на організм людини загалом або на окремі його органи і системи.

Одними із представників нормальної мікрофлори людини є пропіоновокислі бактерії, які здатні приживатися в кишечнику, позитивно впливати на імунну систему людини. Вони мають унікальні стимулюючі та антимутагенні властивості. Відомо, що поряд із представниками нормальної мікрофлори функціональними інгредієнтами також є харчові волокна. Джерелами харчових волокон є злакові культури, такі як пшениця, рис, овес. В останні роки пребіотики широко використовуються при розробці нових продуктів функціонального харчування. У зв’язку з цим цікавить вивчення впливу зернових культур на активність пропіоновокислих бактерій при культивуванні їх у молоці [2]. У зв’язку з цим особливо актуальним є створення комбінованих продуктів функціонального призначення, збагачених харчовими волокнами та пропіоновокислими бактеріями.

Виклад основного матеріалу. Проблема, яка пов'язана з розробкою натуральних комбінованих продуктів функціонального призначення, збагачених харчовими волокнами, пропіоновокислими бактеріями, біологічно активними і фізіологічно необхідними речовинами, для надання оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей та розширення їхнього асортименту, є актуальною. Основний етап роботи був присвячений вивченню впливу харчових волокон на розвиток мікрофлори заквасок, що найчастіше використовуються в молочній промисловості, та процеси отримання і властивості кисломолочних продуктів.

Пшеничні висівки є побічним продуктом борошномельного виробництва. Однак з позиції теорії функціонального харчування завдяки хімічному складу (харчові волокна становлять 50 %) вони можуть значно підвищити якість продуктів харчування.

Тому було досліджено вплив пшеничних висівок на активність пропіоновокислих бактерій у молоці.

Так, при дозі добавки 1 % процес кислотоутворення відбувається активніше порівняно з контролем: час утворення згустку скорочується на 1 годину, а кислотність становить 85 °Т, що на 5 °Т вище, ніж у контрольному зразку [3]. Проте зі збільшенням дози пшеничних висівок до 2–3 % активність мікроорганізмів знижується. При дозі 2 % кислотність у досвіді та контролі практично не відрізняється (різниця становить 1 °Т), а при введенні 3 % пшеничних висівок показник кислотності дорівнює 74–75 °Т, що на 6–5 °Т нижче, ніж у контрольному зразку, ймовірно, при збільшенні дози пшеничних висівок до 2–3 % у середовищі знижується активність води. Це підтверджують дані кількісного обліку мікроорганізмів: через 8 годин у контролі та при дозі пшеничних висівок 2 % – 10^9 КУО в 1 см^3 , при дозі пшеничних висівок 3 % – 10^8 КУО в 1 см^3 , а при дозі пшеничних висівок 1 % кількість життєздатних клітин пропіоновокислих бактерій становить 10^9 КУО в 1 см^3 вже за 7 годин ферментації.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було встановлено, що процес ферментації молока пропіоновокислими бактеріями доцільніше проводити при дозі пшеничних висівок.

У наступному етапі експериментів досліджували кислотоутворювальну здатність та активність пропіоновокислих бактерій [4]. Аналіз результатів досліджень показав, що введення в молоко вівсяного борошна у всіх випадках 1 %, 2 %, 3 % має стимулюючу дію на пропіоновокислі бактерії.

Дані кількісного обліку мікроорганізмів показали, що через 6 годин у дослідному зразку з масовою дозою 2 % кількість життєздатних клітин становило 10^9 КУО. в 1 см^3 [5]. Така ж кількість мікроорганізмів спостерігалася в дослідному зразку з 1 %, 3 % добавки і в контролі через 8 годин ферментації.

Тому для використання вівсяного борошна як джерела харчових волокон рекомендується доза 2 % при ферментації мікроорганізмів протягом 6 годин.

Було зазначено, що при дозі вівсяного борошна 1 % активність кислотоутворення підвищується: кислотність у дослідному зразку 7–8 °Т вище,

ніж у контрольному; потік утворюється за 8 годин культивування. При збільшенні дози вівсяного борошна до 2 % спостерігається підвищення кислотоутворюючої здатності пропіоновокислих бактерій [6]. Так, тривалість утворення згустку скорочується на 2 години, при цьому кислотність становить 83–84 °Т, що на 3–4 °Т вище, ніж у контролі.

Однак подальше збільшення дози рослинної добавки не підвищує біохімічну активність пропіоновокислих бактерій. Кислотність згустку трохи відрізняється від контролю, час ферментації становить 8 годин. Така тенденція кислотоутворюючої здатності пропіоновокислих бактерій цілком очевидно пояснюється недоліком вільної вологи у середовищі ферментації з допомогою набухання, що у вівсяному борошні. Рисове борошно зазвичай є продуктом дієтичного призначення, багате полісахаридами, у тому числі харчовими волокнами, містить моносахариди. Все це дає можливість використовувати її як пребіотик.

У зв'язку з цим на наступному етапі досліджень вивчали активність пропіоновокислих бактерій у молоці з додаванням рисового борошна.

Результати, отримані в ході досліджень, свідчать, що введення в молоко рисового борошна у всіх випадках (1 %, 2 %, 3 %) активізує пропіоновокислі бактерії [3]. При дозі рисового борошна 1 % кислотність становить 82 °Т, при дозі 2 % і 3 % – 87 °Т.

Було виявлено, що введення 3 % рисового борошна в молоко сприяє інтенсифікації процесу культивування на 2 години за рахунок пребіотичної дії компонентів борошна рисового на пропіоновокислі бактерії.

Таким чином, у ході досліджень з вивчення впливу злакових культур на активність пропіоновокислих бактерій було встановлено, що рослинні добавки надають стимулюючу дію на мікроорганізми. Їх введення в молоко (пшеничні висівки 1 %, рисове борошно 3 %, і вівсяне борошно 2 %) активізують пропіоновокислі бактерії, зокрема підвищують їхню кислотоутворювальну здатність, за рахунок чого скорочується час ферментації.

Аналіз експериментальних даних свідчить, що зі збільшенням масової частки харчових волокон в'язкість пропорційно збільшується, що є закономірним. Однак при оцінці кількості життєздатних клітин пропіоновокислих бактерій виявлено, що поєднання факторів у співвідношенні рослинна добавка, закваска, температура 3,2:5, 1:30 відповідає початку зниження ефективності процесу культивування.

Кількість життєздатних клітин пропіоновокислих бактерій помітно скорочується: при дозі рисового борошна 3,2 % – 10^9 КУО 1 см³, 3,8 % – 10^8 КУО в 1 см. Це можна пояснити тим, що при підвищенні частки добавки у середовищі культивування мікроорганізмів знижується активність води, що є несприятливим у розвитку пропіоновокислих бактерій [3].

Отже, результати експериментальних досліджень показали, що доза рисового борошна 3% при культивуванні пропіоновокислих бактерій є оптимальною.

Тому в подальших дослідженнях було вивчено активність накопичення летких жирних кислот при ферментації молока, збагаченого злаковими культурами. Аналіз отриманих даних показав, що зернові культури впливають на формування органолептичних показників. Більшою мірою це характерно для пшеничних висівок і рисового борошна, меншою для вівсяного борошна [4]. Так, вміст летких жирних кислот у дослідних зразках вищий, ніж у контролі.

Таким чином, введення в молоко пребіотиків рослинного походження позитивно впливає на здатність пропіоновокислих бактерій синтезувати речовини, що формують смак і аромат кисломолочних комбінованих продуктів.

Технологічний процес виробництва здійснюється в такій послідовності: приймання та підготовка сировини, нормалізація, складання суміші, гомогенізація, пастеризація, охолодження, заквашування та ферментація, охолодження та перемішування згустку, розлив, упаковка, маркування.

Висновки. Отже, отримані нами результати свідчать, що проведені дослідження щодо впливу рослинних добавок (пшеничних висівок, вівсяного та рисового борошна) дозволили розробити технологічну схему виробництва комбінованого кисломолочного продукту, збагаченого харчовими волокнами.

Список використаних джерел

1. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168 –179.
2. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologi*[this link is disabled](#). 2019. 1(11-97), С. 6 –16
3. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначенні. *ОНАХТ. - О.: «Поліграф»*. 2008. 234 с.
4. Дейниченко Г. В. Функціонально-технологічні властивості багатокомпонентних систем на основі концентрату зі сколотин. *Збірник наук. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки*. Луганськ: Видавництво ЛНАУ. 2008. № 88. С. 138–140.
5. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126 –134.
6. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56 –65.
7. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66 –74.

Ольга ПРОЦЮК¹⁸,
студентка 2 курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

НАПРЯМКИ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

***Анотація.** Життя сучасної людини залежить від таких несприятливих факторів, як забруднення навколишнього середовища, стресові ситуації, відсутність повноцінного харчування. Особлива увага приділяється питанню оздоровлення кишкової мікрофлори, яка відіграє важливу роль у відновленні порушених обмінних процесів в організмі і зміцненні здоров'я людини. Основні вимоги до таких продуктів харчування базуються на використанні натуральної сировини з високим вмістом біологічно активних і фізіологічно необхідних речовин, таких як вітаміни, харчові волокна, фенольні сполуки, поліненасичені жирні кислоти. Метою даної роботи є наукове обґрунтування виробництва кисломолочної ферментованої десертної продукції функціонального призначення, збагаченої біфідобактеріями, харчовими волокнами, біологічно і фізіологічно активними речовинами пребіотиків рослинного і тваринного походження.*

***Ключові слова:** кисломолочні продукти, біфідобактерії, харчові волокна, пребіотики, пробіотики*

***Annotation.** The life of a modern person depends on such unfavorable factors as environmental pollution, stressful situations, lack of proper nutrition. Special attention is paid to the issue of improving intestinal microflora, which plays an important role in restoring disturbed metabolic processes in the body and strengthening human health. The main requirements for such food products are based on the use of natural raw materials with a high content of biologically active and physiologically necessary substances, such as vitamins, dietary fibers, phenolic compounds, polyunsaturated fatty acids. The purpose of this work is the scientific substantiation of the production of sour-milk fermented dessert products of functional purpose, enriched with bifidobacteria, dietary fibers, biologically and physiologically active substances of prebiotics of plant and animal origin.*

***Key words:** fermented milk products, bifidobacteria, dietary fibers, prebiotics, probiotics*

***Вступ.** Розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів базується на розробці технологій з використання нових видів*

¹⁸Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

натуральної біологічно цінної сировини, що дозволяє надати продуктам певних оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей. Основні принципи концепції здорового харчування вимагають сучасного підходу до створення функціональних продуктів, які повинні задовольняти потреби організму людини в харчових, біологічно і фізіологічно цінних речовинах, сприяти профілактиці захворювань, збереженню здоров'я, подовженню працездатності та тривалості життя [1]. Основні принципи концепції здорового харчування вимагають сучасного підходу до створення функціональних продуктів, які повинні задовольняти потреби організму людини в харчових, біологічно і фізіологічно цінних речовинах, сприяти профілактиці захворювань, збереженню здоров'я, подовженню працездатності та тривалості життя. Варто зазначити, що на тепер асортимент кисломолочних ферментованих продуктів представлений в основному напоями функціонального призначення, серед яких особливою популярністю користуються йогурти.

Виклад основного матеріалу. Дослідження активної кислотності кисломолочних продуктів проводилося згідно ДСТУ 8550:2015, визначення кількості біфідобактерій ДСТУ 7355:2013. Визначення активної кислотності (рН) потенціометричним методом за ДСТУ 8550:2015. У проміжках між вимірюваннями електроди датчика занурюють у склянку з дистильованою водою. Визначення кількості біфідобактерій шляхом вирощування у напіврідкому кукурудзяно-лактозному середовищі при $t = (38 \pm 1) ^\circ\text{C}$ згідно ДСТУ 7355:2013. Вироблені з використанням біфідобактерій кисломолочні продукти набувають лікувальних властивостей внаслідок того, що в них накопичуються в процесі життєдіяльності заквашувальних мікроорганізмів ферменти, амінокислоти, органічні і антибактеріальні речовини. Найчастіше у виробництві використовуються п'ять видів біфідобактерій: *B. bifidum*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. adolescentis*. Для виробництва кисломолочних продуктів використовують переважно заквашувальні препарати, в яких біфідобактерії поєднуються з іншими мікроорганізмами, в основному молочнокислими, тому визначення вмісту біфідобактерій доволі складне. Це питання вирішується застосуванням спеціальних розчинів, які запобігають розвитку супутньої мікрофлори та не діють на біфідобактерії [2].

До основних недоліків у харчуванні сучасної людини належать: дефіцит повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, водо і жиророзчинних вітамінів, макро і мікроелементів, особливо таких як кальцій, залізо, йод, фтор, селен, цинк, харчових волокон, надмірне споживання тваринних жирів і вуглеводів. Недостатнє споживання повноцінних білків призводить до зниження імунітету, порушення функцій печінки, підшлункової залози, органів репродукції, кровотворних органів, зниження працездатності, виникнення анемії.

Найбільш поширеними захворюваннями є гастроентерологічні, серцево-судинні, онкологічні, виникнення і розвиток яких пов'язаний з порушенням структури харчування, дефіцитом біологічно і фізіологічно цінних речовин в харчуванні людини. Продукти харчування повинні забезпечувати організм

людини необхідними для нормального функціонування біологічно і фізіологічно цінними речовинами, сприяти профілактиці захворювань [3]. На сьогодні в багатьох країнах світу вирішується питання поліпшення макронутрієнтної забезпеченості населення білками, жирами, вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами для компенсації дефіциту в харчуванні людей незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, водо та жиророзчинних вітамінів, заліза, кальцію, магнію, селену.

Молоко і молочні продукти широко використовуються у харчуванні різних прошарків населення всіх країн світу. Вони є джерелом повноцінних білків, кальцію, фосфору, вітамінів та інших важливих для життєдіяльності організму харчових компонентів. Особливе значення для людини мають кисломолочні продукти. Внаслідок життєдіяльності кисломолочної мікрофлори відбуваються складні процеси гідролізу білків, вуглеводів, жирів з одночасним синтезом різноманітних з'єднань, які посилюють апетит, збагачують організм людини біологічно цінними речовинами, поліпшують роботу кишково-шлункового тракту. Спостерігається світова тенденція створення харчових продуктів зі збалансованим компонентним складом і пробіотичними властивостями.

Пробіотики – це корисні живі мікроорганізми, що нормалізують склад кишкової мікрофлори або підвищують активність власної нормальної мікрофлори кишечника в організмі людини [4]. Відповідно пробіотичними продуктами здорового харчування називають продукти, що містять як фізіологічний функціональний харчовий інгредієнт спеціально підібрані штами корисних для людини живих мікроорганізмів, які сприятливо впливають на відновлення і нормалізацію мікрофлори травного тракту.

Відомо, що кисломолочні ферментовані продукти розглядаються як основні постачальники пробіотичних мікроорганізмів в організм людини, які здатні відновити і підтримувати нормальну мікрофлору кишечника, поліпшити здоров'я і подовжити тривалість життя.

Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишечника, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки. Поряд з іншими представниками корисної мікрофлори кишечника людини біфідобактерії виконують різноманітні функції, які сприяють нормальній роботі всіх життєво важливих органів і систем людини, захищають внутрішнє середовище організму від зовнішніх небезпечних бактерій. Пробіотичні культури (біфідобактерії, ацидофільні палички та ін.) позитивно впливають на структуру слизової оболонки кишечника та її адсорбційну здатність. Вони синтезують вітаміни групи В і природні антибіотики, які здатні пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів.

Поряд з антибіотичними властивостями, які обумовлені життєдіяльністю молочнокислих бактерій, кисломолочні продукти, на відміну від молока, добре перетравлюються і утилізуються організмом, що особливо важливо для дітей, людей старшого та похилого віку. Кисломолочні продукти в харчуванні людей різних вікових груп забезпечують організм енергетичними складовими і біологічно активними речовинами. Їх споживання сприяє підвищенню

неспецифічної резистентності організму до різних захворювань. Кисломолочні продукти рекомендується застосовувати при виснаженні, втраті апетиту, недокрів'ї, для профілактики багатьох захворювань, в тому числі серцево-судинних і онкологічних [5].

Особливо важлива роль біфідобактерій у підтримці та оздоровленні мікрофлори кишково-шлункового тракту. При порушеннях мікробіоценозу спостерігається зменшення абсолютної кількості біфідобактерій, збільшення кількості до порушення обмінних процесів в організмі, зниженню імунітету, виникненню та загостренню хронічних захворювань кишково-шлункового тракту. Використовуючи сучасні біотехнологічні прийоми в комплексі з традиційними харчовими технологіями, створюються нові ферментовані молочні продукти з контрольованим хімічним складом і оригінальними смаковими властивостями.

До перспективних напрямків в області оздоровчого або функціонального харчування належить розроблення біопродуктів на основі консорціумів пробіотичних бактерій, які мають більшу стійкість до несприятливих факторів середовища і більш високу біохімічну активність порівняно з заквасками, що виготовлялись з використанням чистих культур. Важливим критерієм здорового харчування вважається висока біодоступність поживних і біологічно цінних речовин при порівняно невеликій калорійності продуктів харчування. Особливого значення набувають продукти молочної промисловості, зокрема кисломолочні ферментовані продукти. У виробників кисломолочної промисловості значною популярністю користуються зернобобові та круп'яні добавки як джерела харчових волокон та ненасичених жирних кислот, макро і мікроелементів. Біфідобактеріям належить провідна роль в нормалізації мікробіоценозу кишечника. Вони не накопичують токсини, не мають гемолітичних властивостей, не утворюють пігменти, руйнують канцерогенні речовини. Колонізуючи слизову оболонку кишечника, біфідобактерії створюють механічний бар'єр для потрапляння збудників кишкової інфекції в слизову оболонку. Препарати на основі живих ліофілізованих культур біфідобактерій використовуються для харчування грудних дітей, лікування і профілактики дисбактеріозів, колітів та інших захворювань кишково-шлункового тракту.

Нами проведено дослідження хімічного складу вівсяного та рисового борошна для дитячого харчування, яке використали при виробництві кисломолочних ферментованих десертних продуктів. Встановлено, що в дослідних зразках рослинного борошна відсутня ліпаза – фермент, який гідролізує жир, що може призводити до появи вад у готовій молочній продукції з їх використанням.

Вівсяне борошно, порівняно з рисовим, містить майже в два рази більше білка і харчових волокон, а також майже в 4 рази більше мінеральних речовин. До складу вівсяного борошна входить два види харчових волокон – розчинні і нерозчинні.

До складу білків вівсяного і рисового борошна входять всі незамінні амінокислоти. Загальна сума незамінних амінокислот у вівсяному борошні

дорівнює 5,25 г/100 г, рисовому – 2,45 г/100 г. Лімітуючими незамінними амінокислотами є лізин і треонін. Отримані дані свідчать, що за вмістом і складом амінокислот білки вівсяного борошна є більш повноцінними, ніж рисового. Вони представлені набором амінокислот, який за своїм складом вважається найбільш близьким до набору амінокислот м'язового білка людини, що робить вівсяне борошно особливо цінним. Поряд з білком і вуглеводами вівсяне борошно містить 6,8 % жиру.

Рисове борошно виробляють з полірованого рису. Таке борошно не містить глютену, тому його використовують у виробництві безглютенового харчування, яке необхідне людям, що не сприймають глютену, а також для дитячого харчування. Рисове борошно характеризується великою кількістю крохмалю – 79,2 %, і незначною кількістю жиру – 0,6 %. Крохмаль рисового борошна, що складає основну масу вуглеводів, легко перетравлюється в організмі людини. За вмістом крохмалю рисове борошно займає провідні позиції серед інших видів рослинного борошна.

Рисове борошно в промисловості використовують як натуральний згущувач і структуроутворювач, що має високу харчову цінність, зв'язує і утримує воду у співвідношенні 1:4 та утворює стійкі гелі.

Молоко є несприятливим середовищем для розвитку біфідобактерій у зв'язку з відсутністю у його складі вільних низькомолекулярних сполук, таких як амінокислоти, моноцукри тощо, необхідних для їхньої життєдіяльності. При сумісному використанні лакто та біфідобактерій, продукти метаболізму молочнокислих стрептококів і паличок створюють умови для росту і розвитку біфідобактерій.

Перспективним напрямком створення кисломолочних ферментованих продуктів вважається розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які більш стійкі до несприятливих факторів середовища і володіють вищою активністю порівняно з заквасками, які виготовлені з використанням чистих монокультур.

Використані молочнокислі бактерії оцінювали за такими критеріями, як здатність зброджувати лактозу, рівень кислото утворення, протеолітична активність та кількість життєздатних клітин у згустку.

Також у розвитку біфідобактерій важливу роль відіграють поживні речовини, що накопичуються в результаті життєдіяльності використаних штамів лактобактерій, що сприяє зростанню кількості життєздатних клітин біфідобактерій.

Слід відзначити, що чисті культури біфідобактерій потребують анаеробних умов і навіть у консорціумі володіють слабкою кислотоутворюючою здатністю. Для їх розвитку необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які здатні в процесі життєдіяльності збагатити поживне середовище доступними для них поживними речовинами.

Висновки. При виробництві кисломолочних ферментованих продуктів доцільно використовувати комбіновану закваску з біфідо і лактобактерій, а також рослинне борошно – вівсяне і рисове доцільно використовувати при

виробництві кисломолочних ферментованих продуктів, тому що за своїм складом вони не тільки будуть сприяти розвитку корисної кишкової мікрофлори, а й брати участь в утворенні структури, яка притаманна кисломолочній десертній продукції.

Список використаної літератури

1. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса. 2003. 312 с.
2. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66-74.
3. Головка М. П. Власенко І. Г. Головка Т. М. Семко Т. В. Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР: навчальний посібник. Харків :ХДУХТ, 2021. 290с.
4. Власенко В.В., Соломон А.М., Паулина Я.Б. Сучасний стан та перспективи виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. № 4 (9). 2009. С. 21-23.
5. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologiethis link is disabled*. 2019. 1(11-97), С. 6–16.

Ірина ПАВЛЕНКО¹⁹,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ КАЛИНИ

Анотація. *Калина широко використовується в різних формах у харчовій промисловості, у тому числі й молочній. Особливу увагу слід звернути на те, що калина є рослиною, що дикорослою, і не вимагає витрат на посадку і культивування. Калина багата біологічно активними речовинами та є лікарською сировиною. Плоди калини багаті на мінеральні речовини, ягоди містять: марганець, цинк, залізо, фосфор, мідь, хром, йод, селен. У калині на 70% більше вітаміну С, ніж у лимоні, вона також містить вітаміни А, Е, Р і К. У ягодах присутні дубильні речовини, пектин, танін, кумарини, смолоподібні ефіри, глікозид вібурнін.*

Ключові слова: *калина, ягоди, вітаміни, функціональний продукт, мінеральні елементи.*

¹⁹Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г. н, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Annotation. *Viburnum* is widely used in various forms in the food industry, including the dairy industry. Special attention should be paid to the fact that *viburnum* is a wild plant and does not require costs for planting and cultivation. *Viburnum* is rich in biologically active substances and is a medicinal raw material. *Viburnum* fruits are rich in minerals, berries contain: manganese, zinc, iron, phosphorus, copper, chromium, iodine, selenium. *Viburnum* contains 70% more vitamin C than lemon, it also contains vitamins A, E, P and K. Berries contain tannins, pectin, tannin, coumarins, resinous esters, and viburnin glycoside.

Keywords: *viburnum*, berries, vitamins, functional product, mineral elements.

Вступ. Функціональні продукти харчування – такі продукти, які крім смакових якостей та харчової цінності мають фізіологічний вплив на організм людини. Такі продукти повинні споживатися всіма категоріями населення у складі звичайного щоденного раціону. На сьогоднішній день у країнах Європи та в Україні при виборі функціональних продуктів харчування перевага надається молочним, кисломолочним складовим продуктам та хлібобулочним виробам, склад яких підбирається відповідно до головних вимог та принципів конструювання їжі [1].

Ці продукти мають науково доведені властивості, вони зменшують ризик розвитку захворювань, пов'язаних із неправильним харчуванням, за допомогою наявності в них фізично функціональних інгредієнтів, а так само допомагають заповнити організм поживними речовинами.

Вирішення завдання забезпечення населення продуктами здорового харчування, збалансованими за харчовими нутрієнтами, відноситься до пріоритетних напрямків діяльності галузей харчової промисловості, що випускають продукцію масового споживання (хлібобулочні, борошняні кондитерські, молочні та м'ясні вироби), призначену для збереження та покращення здоров'я населення [2].

З цією метою застосовують добавки рослинного походження з унікальним хімічним складом та можливістю комплексного збагачення продуктів харчування есенціальними нутрієнтами. Однією із таких добавок є плоди калини, що містять комплекс функціональних харчових інгредієнтів.

Мета роботи – аналіз та систематизація результатів досліджень хімічного складу плодів калини, як перспективного джерела функціональних харчових інгредієнтів.

Виклад основного матеріалу. Калина звичайна (*Viburnum opulus L.*) поширена, як в Україні, так і за її межами майже по всій території Східноєвропейської рівнини. Плоди калини характеризуються протизапальними, гіпотензивними, спазмолітичними, антибактеріальними, діуретичними властивостями.

Харчова цінність плодів калини обумовлена унікальним хімічним складом, що, у свою черга залежить від регіону зростання. Ягоди калини звичайної містять, в середньому, до 9% цукрів. Найбільша частка сухих речовин представлена моно- та дисахаридами, що зумовлюють, поряд з іншими

біологічно активними сполуками, смак плодів калини та продуктів харчування, отриманих із їх застосуванням (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад калини, на 100 г

Основні речовини	Вміст
Вуглеводи, г	28
Калорійність, ккал	105
Вітамін С, мг	82
Вітамін А, мг	2,5
Вітамін Е, мг	2

При цьому, в плодах калини домінуючими є глюкоза та фруктоза, практично повністю засвоювані організмом людини [1].

Калина багата на біологічно активні сполуки (БАС), такі як іридоїдні глікозиди, цукри, фітостерин, органічні, жирні кислоти, амінокислоти, тритерпенові сапоніни, дубильні речовини, вітаміни, мікроелементи, ефірна олія та ін.

Плоди калини багаті органічними кислотами, особливо валеріанової кислотою. З мінеральних речовин ягоди містять: марганець, цинк, залізо, фосфор, мідь, хром, йод, селен. Масова частка заліза в калині в 2-3 рази більша у порівнянні з іншими ягодами (рис. 1).

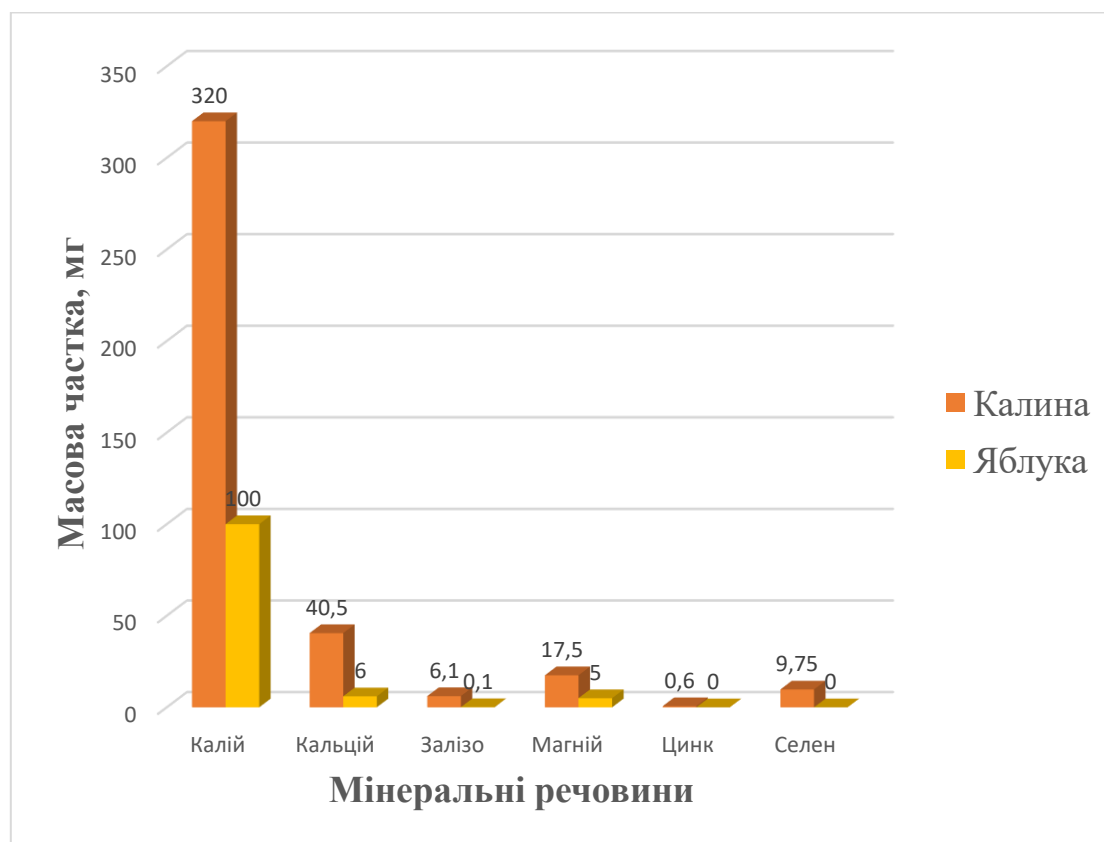


Рис. 1. Масова частка деяких мінеральних речовин у ягодах калини

У калині на 70 % більше вітаміну С, ніж у лимоні, вона також містить вітаміни А, Е, Р та К (рис. 2).

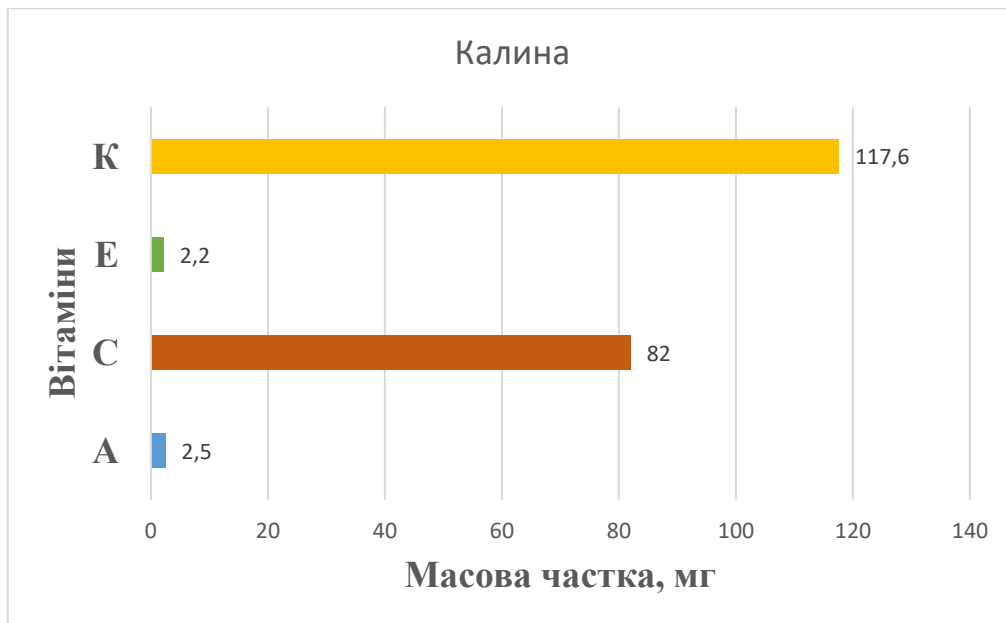


Рис. 2. Масова частка деяких вітамінів у ягодах калини

У ягодах калини присутні дубильні речовини, пектин, танін, кумарини, смолоподібні ефіри, глікозид вібурнін (дуже корисний у складі калини, саме він робить ягоди гіркими).

Висновки. Багатий спектр значних технологічних показників плодів калини звичайної обумовлює науковий та практичний інтерес до калини, як перспективного джерела функціональних харчових інгредієнтів, необхідних для одержання продуктів харчування функціонального призначення. Біохімічний склад плодів калини підтверджує технологічну цінність і доцільність застосування плодів калини в технології кисломолочних продуктів здорового харчування.

Список використаної літератури

1. Державна фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». Харків. 2015. Т. 1. 1128 с.
2. Зузук Б.М. Калина звичайна (*Viburnum opulus L.*). *Провізор*. 2008. Вип. 1. С. 7-15.

Андрій СИРОЇД²⁰,
студент 4 курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

АЙВА - СИРОВИНА ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ

***Анотація.** Потреби українських споживачів у консервованих продуктах на 68% забезпечуються за рахунок вітчизняного виробництва. Асортимент продуктів на основі плодово-овочевої сировини не зазнає істотних змін вже впродовж декількох десятиліть, що, в першу чергу, зумовлено відсутністю інноваційних підходів до технологій перероблення, а, також, тим, що існуючі способи переробки не використовують всього спектру корисних властивостей плодово-овочевої сировини. Ця проблема створює завдання розширення сировинної бази, а також пошуку нових підходів до промислового перероблення. В статті наведено аналіз фізико-хімічного складу та біологічної цінності айви звичайної. Визначено перспективи та можливості використання айви в харчовій промисловості.*

***Ключові слова:** айва, плодово-овочева сировина, харчові продукти, біологічно активні речовини.*

***Annotation.** 68% of the needs of Ukrainian consumers in canned products are provided by domestic production. The range of products based on fruit and vegetable raw materials has not undergone significant changes for several decades, which is primarily due to the lack of innovative approaches to processing technologies, as well as the fact that existing processing methods do not use the entire range of useful properties of fruit and vegetables raw materials. This problem creates the task of expanding the raw material base, as well as finding new approaches to industrial processing. The article provides an analysis of the physical and chemical composition and biological value of quince. The prospects and possibilities of using quince in the food industry are determined.*

***Key words:** quince, fruit and vegetable raw materials, food products, biologically active substances.*

***Вступ.** В Україні досить широко культивується така плодова культура як айва. Айва звичайна, або, як називають її ботаніки, довгаста, належить до найбільш розповсюдженої родини плодових. Назва «айва» (лат. Cydonia) походить від фінікійського міста Сидона (нині це Сайда в Лівані), яке турецькою зветься Айвалік. Культура айви відома близько 4000 років, але поширення її ще недостатнє. Батьківщина айви Іран. Айву культивують більш ніж у 40 країнах*

²⁰Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

земної кулі в зонах помірною, теплою та субтропічною клімату. Однак насадження її в більшості країн невеликі. В інших країнах айва займає площі від 100 до 600 га. В Україні вона вирощується на площі 900 гектарів [1,2]. В Україні найпоширенішою є айва звичайна (невеличке деревце або чагарник), яку вирощують по всій території. Промислові насадження айви в Україні зосереджені в південних областях і становлять не більш як 1–2% площ усіх плодових насаджень. На півдні України айва є чи не на кожній присадибній ділянці, її люблять в південних областях Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій. Розповсюджена айва також на Буковині та у Закарпатті [2]. Епізодично айва вирощувалася і в північних регіонах. Однак саджанці з півдня в суворі зими вимерзали. Це спонукало видатного українського вченого-академіка М.Кащенка на початку ХХ ст. зайнятися виведенням зимостійких сортів айви. Кілька від селектованих ним форм айви послужили основою для реалізації його ідей про можливість її культури на півночі України. Згодом було виведено сорти, що витримують зниження температури до $-30\text{...}-35^{\circ}\text{C}$. Завдяки цьому, межа вирощування айви просунулася на 500 км північніше ареалу її культивування. Отримані сорти адаптувалися в кліматичних умовах Лісостепу і Полісся України [3].

Виклад основного матеріалу. Актуальність досліджень обґрунтована наявністю генофонду культурних форм айви (близько 120 форм), що є цінним вихідним матеріалом для селекції за найрізноманітнішими ознаками. Колекція сортів і форм айви довгастої селекції НБС єдиний осередок найзимостійкіших сортів на півночі України, що є базою для її поширення на північніші райони. Це плоди айви сортів яблуко та грушоподібних, жовтого і оранжевого забарвлення (часто з рум'янцем) із середньою масою 200-300 г, а в сорту Марія до 600-700 г [3, 4]. Створено нові сорти айви, перспективні для вирощування в північних районах України. В умовах континентального клімату зі спекотним літом і максимальною температурою до $+30-36^{\circ}\text{C}$ айва не страждає. Вона здатна переносити ґрунтову і повітряну посуху. Вона невибаглива, досить пластична, росте і родить на різних ґрунтах. Стійкість айви до пилу, газу, диму зумовлена особливостями морфолого-анатомічної будови її органів, що утруднюють проникнення газів до рослинних тканин: листя і плоди мають повстисте опушення [1,4]. Плоди айви полівітамінні, до їхнього складу входять вітаміни групи В, С, РР, А, Е. Також вони є джерелом амінокислот та мікро-та макроелементів, кремнію, бору, ванадію, міді, заліза, кобальту, марганцю, цинку, рубідію, хрому. Особливо багаті плоди на катехіни, що мають Р-вітамінну активність. Вітамін Р зміцнює стінки кровоносних судин і сприяє накопиченню вітаміну С. Ось чому айва дуже корисна людям із порушенням мінерального обміну речовин. Айва, завдяки мінімальній кількості жирів, є чудовим продуктом для дієтичного харчування. За рахунок міді та клітковини вона покращує травні процеси, отже, і допомагає позбавитися від зайвої ваги. Айва це рекордсмен за вмістом заліза, 100 грамів фрукта містять 30 міліграмів заліза, а це добова норма. Низький рівень заліза в організмі призводить до виникнення безлічі захворювань: анемії, зниження імунітету, патологічних змін в

органах і тканинах організму. Особливо гостро відбивається нестача заліза на дитячому організмі: спостерігається затримка у рості та розумовому розвитку, з'являється необґрунтована втома, знижується успішність [5, 6]. На відміну від інших насінневих плодів, айва містить велику кількість харчових волокон, в першу чергу клітковини та протопектину. Вміст пектину в деяких сортах досягає 3,25%. Основна кількість пектину розміщена навколо насіння і в самому насіннику, тому при виготовленні желе та конфітурів їх не слід видаляти. Оскільки найціннішою властивістю пектину є здатність виводити радіонукліди з організму, плід рекомендується вживати людям, які живуть в зонах, забруднених радіонуклідами, або працюють на шкідливих виробництвах. Також пектинові сполуки в айві допомагають роботі організму при розладах травлення [5, 6]. Фітохімічний аналіз плодів айви показав наявність вторинних метаболітів, таких як дубильні речовини. Плід айви є багатим джерелом поліфенолів із середнім загальним вмістом фенолів до 96,0 мг еквівалента галової кислоти на г свіжої речовини. У тканинах айви вченими ідентифіковано 26 поліфенольних сполук, головним чином 3-кофеоїлхінову, 4-О-кофеоїлхінову та 5-О-кофеоїлхінову кислоти, кверцетин-3,7-диглюкозид, кемпферол-3-О-рамнозид і кемпферол-7-О-глюкозид [7-13]. Кверцетин-3-О-рутинозид і кверцетин-3-О-глікозиди, які містяться в плодах, вважаються потужними антиоксидантами, оскільки вони поглинають вільні радикали та відповідають за якісні характеристики фруктів, включаючи терпкість, текстуру, смак і колір. Велика кількість антиоксидантів, що містяться в айві, допомагає впоратися із стресами, депресіями, перешкоджає передчасному старінню і появі ракових клітин. Унікальні антивірусні властивості айви дозволяють застосовувати її для лікування грипу та різноманітних застудних захворювань. Завдяки цьому доцільно використовувати айву в харчових технологіях для виробництва продуктів функціонального призначення [6]. Високою харчовою цінністю відрізняється і шкірка айви. Підшкірний шар плоду містить велику кількість вітамінів, катехінів, танідів, а тому плоди бажано переробляти із шкіркою, що знижує витрати сировини, пов'язані з очищенням на 20%. Також шкірочка айви містить енантему-етилловий та пелларгоново-етилловий ефіри, які надають айві характерний стійкий запах.

Листки айви містять вуглеводи, смоли, алкалоїди, вітаміни С і К, катехіни, дубильні речовини, ліпіди, флавоноїди, лейкоантоціани. Дослідження показали, що плоди і листки айви знижують кров'яний тиск, поліпшують стан хворих на астму, використовуються як сечогінний засіб. Насіння айви також є цінною сировиною. Зі слизу насіння айви виготовляли проносні й обволікаючі ліки, що тривалий час входили до Державної фармакопеї. Також екстракт і слизовий відвар з них лікує бронхіти, різноманітні запалення, проноси, кровохаркання і маткові кровотечі. Айву завжди широко використовували в медицині. Зі свіжих плодів виробляли екстракт, що містить залізо. Цінні компоненти, присутні у складі айви, наділяють її дуже корисними властивостями. Споживання айви не обмежується практично жодними протипоказаннями, окрім індивідуальної непереносимості. Плоди цієї рослини мають терпкий й кислий смак, тому в свіжому вигляді використовуються дуже мало. Однак, вони мають високу

технологічну якість, вони є цінною сировиною для виробництва консервованих продуктів з високим вмістом пектинових речовин. З них готують варення, джеми, повидло, компоти, желе, мармелад, цукати, соки, сиропи, наливки, інші напої. Цікаво, що слово «мармелад» походить від португальської назви айви «мармело». Дуже поширені м'ясні плови з айвою, паштети, омлети, шарлотки, пироги, пастила.

Висновки. Отримані дані свідчать про те, що плоди айви багаті на біологічно активні речовини. Враховуючи цінний хімічний склад, айви може бути використана при виготовленні різних продуктів харчування, що дозволить не тільки розширити їх асортимент, але й отримати продукцію високої харчової цінності.

Список використаної літератури.

1. Колокольчикова І. Природно-ресурсний потенціал галузі промислового садівництва півдня України. *Галицький економічний вісник Тернопільського національного технічного університету*. 2019. Т. 57. Т. 2. С. 115-123.

2. Клименко С. В., Ільїнська, А. П. Морфометричні показники плодів сортів. *Cydonia oblonga* Mill. Колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*. 2019. № 21, с. 328-336.

3. Клименко С.В. Айва звичайна (*Cydonia oblonga* Mill) в Лісостепу України: підсумки інтродукції і селекції. 2009. № 131, с. 117-122.

4. Zughbi I., Krayem M. Quince fruit *Cydonia oblonga*. Mill nutritional composition, antioxidative properties, health benefits and consumers preferences towards some industrial quince products: A review. *Food Chemistry*. 2022.

Євгеній ГУДЗЬ²¹,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Головне завдання кисломолочних продуктів в тому, що це «живі продукти». В даний час кисломолочні продукти розглядаються як основа здорового харчування людини, сприяючи збереженню здоров'я, попередження ряду захворювань і збільшенню тривалості життя. Вони містять молочнокислі бактерії, які пригнічують ріст і розвиток хвороботворних і гнильних мікроорганізмів. Поряд зі сприятливим впливом на нормальну мікрофлору кишківника, кисломолочні продукти виконують функції забезпечення організму

²¹Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

необхідними поживними речовинами і корисними біологічно активними продуктами.

Ключові слова: кисломолочні продукти, багатоштамова закваска, біфідобактерії, пробіотики, пребіотики

Annotation. *The main task of fermented milk products is that they are “live products”. Currently, fermented milk products are considered as the basis for a healthy human diet, contributing to the preservation of health, the prevention of a number of diseases and an increase in life expectancy. They contain lactic acid bacteria that inhibit the growth and development of pathogens and putrefactive microorganisms. Along with a beneficial effect on the normal intestinal microflora, fermented milk products perform the functions of providing the body with the necessary nutrients and useful biologically active products.*

Key words: *fermented milk products, multi-strain sourdough, bifidobacteria, probiotics, prebiotics*

Вступ. При визначенні функціональності традиційних продуктів основна проблема полягає саме в багатокомпонентності мікрофлори.

Використання багатоштамових заквасок в технології кисломолочних продуктів широко застосовується вже не одним поколінням фахівців молочної промисловості.

Аналізуючи найрізноманітніші літературні джерела, як сучасні, так і що відносяться до більш ранніх років можна відзначити, що інтерес до традиційних кисломолочних продуктів був і залишається досить значним. Головні завдання досліджень в цій області – отримати промислові продукти, що відповідають за якістю і властивостями продуктів домашнього походження і пояснити лікувальні, або з урахуванням сучасної термінології, функціональні властивості, історично приписувані будь-якому традиційному кисломолочному напою.

Сприятливий вплив дріжджів на функціональну цінність кисломолочних та інших харчових продуктів відомо досить давно [1]. Дріжджі підвищують харчову цінність продуктів, синтезуючи ряд вітамінів, особливо аскорбінову кислоту і вітаміни групи В, ряд штамів, вже визначених як пробіотики, підвищують загальну прохідність шлунково-кишкового тракту і стійкі до впливу більшості антибіотиків. Крім цього дріжджі мають виражену антибактеріальну дію відносно сторонньої технічно шкідливої мікрофлори молочних продуктів (цвіль, маслянокислі бактерії) і щодо хвороботливих мікроорганізмів.

Таким чином, інтерес до традиційних кисломолочних продуктів величезний, оскільки різноманітність їх мікрофлори, специфічні смакові характеристики, підтвержені віковим досвідом лікувально – профілактичних властивостей, дають можливість не тільки повторювати технології традиційних продуктів, а й моделювати нові[2].

Виклад основного матеріалу. Звертає на себе увагу, те, що в останні роки все активніше до складу заквасочних культур включаються дріжджі. Причому крім модифікацій досить відомих продуктів: кефіру, айрану, створюються нові

симбіотичні закваски з чистими культурами дріжджів, що позиціонуються і як культури, що надають смако-ароматичні властивості, так і як пробіотичні композиції [5,6].

Основна складність застосування багатоштамових заквасок – облік взаємовідносин мікроорганізмів. Відомо, що між мікроорганізмами заквасок мікрофлори можуть виникати такі види взаємин: симбіоз, антагонізм і паразитизм. Характер взаємин між одними і тими ж молочнокислими бактеріями може змінюватися в залежності від складу середовища і умов культивування. Є спостереження про сприятливу дію одних видів молочнокислих бактерій.

Нові види кисломолочних продуктів так само, як правило, конструюються з використанням багатокомпонентних заквасок, до складу яких включені мікроорганізми, що утворюють симбіози або консорціуми при спільному розвитку [4]. Це дозволяє отримати кисломолочний продукт зі зниженою кислотністю, але володіє пробіотичними характеристиками.

Крім молочнокислих мікроорганізмів сьогодні широко використовуються і біфідобактерії [3]. Для отримання кисломолочного продукту готують молочну суміш, яку пастеризують і охолоджують до температури заквашування. Потім вносять комбіновану закваску в кількості 3-5% з культур біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій, ацидофільної палички і лактококів. Сквашування здійснюють при температурі 32-37°C до утворення згустку кислотністю 90-105°Т, після цього проводять зневоднення згустку до досягнення масової частки вологи в готовому продукті 83-85 %, охолоджують і фасують. Використовувані культури дозволяють посилити пробіотичні властивості продукту і підвищити його якість. Пропонується технологія кисломолочного продукту, який заквашується чистими культурами термофільного стрептококу, концентрату живих біфідобактерій з вихідним титром 10^8 - 10^9 КУО. Нормалізоване молоко змішується з вівсяними пластівцями, нормалізовану суміш гомогенізують і пастеризують потім отриману суміш охолоджують до температури заквашування, додають в неї закваску чистих культур термофільного стрептокока спільно з концентратом живих біфідобактерій [5]. Винахід дозволяє розширити асортимент дієтичних кисломолочних продуктів, створити кисломолочний продукт, який не викликає алергічних реакцій, має збалансований смак, високу харчову цінність і високі профілактичні властивості. Автори також пропонують метод отримання кисломолочного продукту з використанням штамів *Lactococcus lactis*, що сприяють розвитку *Bifidobacterium sp. Bacteria* [3, 8].

В результаті вивчення мікрофлори встановлено, що при розвитку в молоці спільної культури *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* кислотообразование відбувається інтенсивніше, ніж при розвитку кожної культури окремо.

Взаємини між молочнокислими бактеріями і дріжджами в більшості випадків можна назвати симбіотичними. Є чимало вказівок на стимулюючу дію дріжджів по відношенню до молочнокислими бактеріям. Молочнокислі бактерії в

змішаній культурі з дріжджами зберігали активність протягом багатьох місяців при кімнатній температурі.

Стійкість молочнокислих бактерій до етилового спирту - основного продукту бродіння дріжджів - значно вище, ніж у самих дріжджів і більшості не молочнокислих бактерій. Деякі молочнокислі бактерії, виділені з вина, витримували вміст у середовищі до 20-22 % спирту. Молочнокислі бактерії, виділені з молочних продуктів, трохи чутливіші до спирту, але все ж витримують досить високі його концентрації 12-18 %. Дріжджі в свою чергу проявляють високу стійкість до молочної кислоти - основного продукту життєдіяльності молочнокислих бактерій.

Прикладом міцних симбіотичних взаємовідносин між молочнокислими бактеріями і дріжджами є кефірний грибок. Спільно зі *Streptobacterium* дріжджі можуть зберігатися в молоці тривалий час без помітного зниження кількості. Те ж спостерігається при спільному культивуванні в молоці ацидофільних бактерій з дріжджами.

Досліди по сквашування молока спільними культурами стрептококів і дріжджів показали, що кількість дріжджів в заквасці не повинно перевищувати 50 тис/мл. В іншому випадку в заквасці відзначався дріжджовий присмак, іноді - газотворення.

В результаті тривалого спільного культивування з дріжджами молочнокислі бактерії нерідко змінюють свої морфологічні, культуральні та біохімічні властивості. При цьому підвищується їх енергія кислотоутворення і антибіотична активність. Таким чином, кінцева мета з'єднання штамів різних видів бактерій – встановлення максимально стабільної рівноваги між штамми, більш швидкого розвитку бактерій і синтезу продуктів їх метаболізму, посилення антагоністичної активності до патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів.

Тому, до складу заквасок включають спеціально підібрані штами з комплексом властивостей, які повинні поєднуватися один з одним і забезпечувати отримання продукту із заданими характеристиками: консистенцією, смаком, ароматом.

Основна роль дріжджів – створення смакоароматичних характеристик за рахунок утворюються метаболітів: органічних сполук, спирту, вуглекислого газу. Лактобактерії, головним чином, відповідають за формування консистенції продукту, формування згустку, густоту, щільність.

При переважанні термофільної мікрофлори напої мають густу щільну консистенцію. Це пов'язано з включенням прошарків екзополісахаридів в казеїнові матриці, збільшенням відстані між казеїновими міцелами, яке, в свою чергу, призводить до підвищення вологостримуючої здатності і м'якою текстурою.

Передбачуване поєднання мікроорганізмів в заквасці продукту, змішаного бродіння: *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, є типовим для багатьох традиційних кисломолочних напоїв.

А симбіотичний зв'язок цих молочнокислих мікроорганізмів вже давно доведена [7] і підтверджена сучасними методами досліджень. У продуктах

змішаного бродіння ці види мікроорганізмів сприяють формуванню типового приємного смаку і запаху кисломолочних продуктів і досить щільної консистенції. Як вже зазначалося вище *Kluuveromyces lactis* – дріжджі, що зустрічаються в кефірі та деяких видах сиру.

З іншого боку, кінцевими продуктами метаболізму *Kluuveromyces lactis* крім етанолу є органічні нижчі жирні кислоти і їх похідні (оцтова, метилпропіонова, метилбутанова кислоти), альдегіди і кетони. Очікуваний нами результат комбінування дріжджів *Kluuveromyces lactis* і лактобактерій *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* – напій, що володіє досить густою консистенцією, приємним кисломолочним смаком зі специфічним ароматом, властивим продуктам змішаного бродіння.

Комбінування заквасочних культур з різними оптимальними температурами культивування в першу чергу має на увазі визначення режимів бродіння, які можуть забезпечити в рівній мірі розвиток всіх мікроорганізмів і продукування метаболітів, необхідних для формування якісних характеристик продукту в процесі його виробництва і зберігання.

При культивуванні *Kluuveromyces lactis* на щільному живильному середовищі при різній температурі протягом 3 діб таблиці 1 при 10°C і 4°C колонії були відсутні, причому при зміні умов культивування (термостатування при 30°C) зростання культури поновлювався.

Оскільки природними джерелами дріжджів *Kluuveromyces lactis* є природні симбіози мікроорганізмів кефіру і м'яких сирів, то можна припустити, що спільний розвиток *Kluuveromyces lactis* і лактобактерій може позитивно вплинути на розвиток дріжджів при знижених температурах. З іншого боку, з огляду на їх гарне зростання при 30 °C, виникає питання про проведення одностадійного процесу бродіння лактобактерій і дріжджів, минаючи етап дозрівання.

Висновки. Більшість кисломолочних продуктів є продуктами змішаного бродіння, для яких характерна наявність бактерій виду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Leuconostoc* і дріжджовий мікрофлорі *Candida*, *Saccharomyces*, *Kluuveromyces*, процес сквашування напою змішаного бродіння може проводитися при температурі 40±2 °C, з формуванням специфічних смакових характеристик.

Стимулювання зростання дріжджовий складової закваски - *Kluuveromyces lactis* відбувається тільки при активному розвитку молочнокислої мікрофлори, сприяє підвищенню антагоністичних властивостей продукту по відношенню до деяких умовно-патогенних штамів мікроорганізмів.

Список використаної літератури

1. Дейниченко Г. В. Функціонально-технологічні властивості багатокомпонентних систем на основі концентрату зі сколотин. *Збірник наук. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки*. Луганськ: Видавництво ЛНАУ. 2008. № 88. С. 138–140.

2. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.

3. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologi*~~this link is disabled~~. 2019. 1(11-97). С. 6–16.

4. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначенні. *ОНАХТ*. - О.: «Поліграф». 2008. 234 с.

5. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.

6. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.

7. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.

8. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Інноваційна технологія виробництва кисломолочного напою для харчування людей похилого віку. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 1 (108). С. 65–74.

Микола ДІДИЧ²²,
магістр 2-го року навчання
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ЗНАЧЕННЯ ЙОГУРТОВОГО МОРОЗИВА У ЗДОРОВОМУ ХАРЧУВАННІ

***Анотація.** Йогуртове морозиво – це інноваційний продукт, який поєднує смак традиційного морозива з користю для здоров'я кисломолочних продуктів. Оскільки в ньому використовується йогурт, він містить пробиотики, які позитивно впливають на травну систему та підтримують здоровий мікробіом кишечника. Цей продукт також є джерелом білка, кальцію, вітамінів і мінералів, які допомагають зміцнити кістки та імунну систему. Йогуртове морозиво містить менше калорій і жиру, ніж традиційне морозиво, що робить його здоровою альтернативою для людей, які хочуть збалансовано харчуватися. Додаткове використання натуральних наповнювачів, таких як мед і фрукти, підвищує харчову цінність і робить продукт привабливим для споживачів, які віддають перевагу натуральним інгредієнтам.*

***Ключові слова:** йогуртове морозиво, мед, пробиотики, пробиотики.*

²²Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Annotation. *Yogurt ice cream is an innovative product that combines the taste of traditional ice cream with the health benefits of fermented dairy products. Since it uses yogurt, it contains probiotics that have a positive effect on the digestive system and support a healthy gut microbiome. This product is also a source of protein, calcium, vitamins and minerals that help strengthen bones and the immune system. Yogurt ice cream contains fewer calories and fat than traditional ice cream, making it a healthy alternative for people who want to eat a balanced diet. The additional use of natural fillers, such as honey and fruit, increases the nutritional value and makes the product attractive to consumers who prefer natural ingredients.*

Key words: *yogurt ice cream, honey, probiotics, prebiotics.*

Вступ. У сучасному суспільстві питання здорового харчування стає все більш актуальним у зв'язку зі збільшенням кількості захворювань, пов'язаних з дефіцитом харчування та надмірним споживанням висококалорійних продуктів. Зростаючий інтерес до здорових продуктів із низьким вмістом жиру та цукру спонукає до розробки нових харчових продуктів, які відповідають цим вимогам.

У цьому контексті йогуртове морозиво виступає як інноваційний продукт, який поєднує в собі корисні властивості йогурту та традиційного морозива.

Проте проблема розробки та оцінки ефективності таких продуктів у контексті здорового харчування потребує подальшого дослідження та систематизації.

Дослідження в галузі пробіотичних продуктів підтвердили важливу роль кисломолочних продуктів у підтримці здоров'я травлення, особливо завдяки наявності корисних бактерій, таких як молочнокислі бактерії та біфідобактерії.

Крім того, новітні дослідження показують, що зменшення вмісту жиру та цукру в їжі позитивно впливає на загальний стан організму та сприяє профілактиці ожиріння та серцево-судинних захворювань. Проте недостатньо уваги приділено розробці десертів, що поєднують у собі смак і корисні властивості традиційних продуктів.

Важливим відкритим питанням також є вплив натуральних добавок (таких як мед і фрукти) на сенсорні та поживні властивості йогуртового морозива.

Метою даної статті є визначення значення йогуртового морозива в здоровому харчуванні, його корисних властивостей та впливу на організм, а також можливість використання цього продукту як здорової альтернативи традиційним десертам.

Виклад основного матеріалу. Морозиво з йогурту пропонує ряд харчових переваг перед традиційним морозивом, насамперед, завдяки своїй основі - натурального болгарського йогурту, який відомий корисними лікувальними та дієтичними властивостями, включаючи антиатерогенний ефект. Крім того, йогуртове морозиво корисне для здоров'я за рахунок вмісту пробіотиків. Воно не лише задовольняє апетит, але також підтримує здоров'я кишечника та має переваги проти ожиріння.

Пробіотики – це корисні для людини функціональні харчові інгредієнти (непатогенні та нетоксичні), які систематично вживаються людиною у вигляді лікарських засобів або біологічно активних добавок до їжі вплив на здоров'я. Вживання пробіотиків покращує стан організму людини шляхом регулювання складу нормальної кишкової флори та підвищення біологічної активності [3]. Діє як ефективний носій пробіотиків, таких як *Bifidobacterium longum*. Ці пробіотики добре виживають під час зберігання та травлення та підтримують сприятливі рівні для здоров'я людини [1].

Високий рН морозива (5,5-6,5) підвищує стабільність цих культур, що робить його кращим варіантом для споживачів, які шукають продукти з низьким вмістом кислоти [4].

Пребіотики – це функціональні харчові інгредієнти у вигляді речовин або комплексів речовин, які при систематичному вживанні людиною в складі їжі позитивно впливають на організм людини шляхом вибіркової стимуляції та прискорення росту. Основними видами пребіотиків є: полісахариди, багатоатомні спирти, амінокислоти і пептиди, ферменти, органічні низькомолекулярні і ненасичені вищі жирні кислоти, антиоксиданти, екстракти рослин і корисних для людини мікроорганізмів.

Включення пребіотиків, таких як інулін, додатково підтримує ріст корисних бактерій і посилює симбіотичні властивості йогуртового морозива [5].

Йогуртове морозиво містить менше жиру ніж традиційне вершкове морозиво. Це робить його легшою альтернативою для тих, хто дотримується дієти і хоче зменшити споживання калорій. Незважаючи на низький вміст жиру, завдяки правильному поєднанню інгредієнтів зберігається кремоподібна текстура та насичений смак.

Йогуртове морозиво – джерело білка, який необхідний для підтримки м'язової маси та загального метаболізму. Воно також багате на кальцій, який важливий для зміцнення кісток і зубів та підтримки здоров'я серцево-судинної системи.

Натуральні наповнювачі, такі як фрукти, мед, горіхи та ягоди, підвищують поживну цінність йогуртового морозива. Мед, наприклад, додає антиоксиданти та корисні мікроелементи, такі як вітаміни групи В, магній і калій. Фрукти та ягоди забезпечують додаткові вітаміни, клітковину та натуральні цукри, роблячи продукт не тільки смачним, але й корисним.

Поєднання пробіотиків та вітамінів у йогуртовому морозиві сприяє зміцненню імунітету. Пробіотики підвищують стійкість організму до інфекцій, а вітаміни та антиоксиданти захищають клітини від пошкоджень і стимулюють захисні функції організму.

Таким чином, йогуртове морозиво - це не просто десерт, а здоровий функціональний продукт, який поєднує в собі приємний смак і корисні властивості. Воно підтримує здорову травну систему, забезпечує організм необхідними поживними речовинами і має низький вміст калорій та жирів, що зменшує навантаження на організм.

Йогуртове морозиво має багато переваг для здоров'я, але надмірне споживання може звести нанівець позитивний ефект, тому важливо звернути увагу на баланс між насолодою та харчуванням.

Зростаючий попит на функціональні продукти харчування створює сприятливі умови для розвитку ринку йогуртового морозива. Споживачі все частіше звертають увагу на продукти, які пропонують додаткові переваги для здоров'я, тому морозиво на основі йогурту займає важливу нішу серед інноваційних продуктів харчування[2].

Враховуючи зростаючу тенденцію до здорового харчування, морозиво на основі йогурту має великий ринковий потенціал, особливо завдяки можливості кастомізації та використанню нових корисних для здоров'я добавок.

Йогуртове морозиво є важливим продуктом на ринку функціонального харчування завдяки своїм корисним властивостям, низькій калорійності та наявності натуральних інгредієнтів. Вони займають нішу, де поєднуються традиційні смаки та сучасні потреби здорового харчування і пропонують великий потенціал для подальшого розвитку та розширення асортименту.

Таблиця 1

Вміст вітамінів у йогуртовому морозиві на 100 г продукту

Вітамін	Кількість (мг/100 г)	Функції в організмі
Вітамін А	0,02	Підтримує зір, стан шкіри та імунітет
Вітамін В2 (Рибофлавін)	0,15	Підтримує енергетичний метаболізм, здоров'я шкіри і нервової системи
Вітамін В12	0,4	Сприяє нормальній роботі нервової системи і виробленню червоних кров'яних клітин
Вітамін D	0,05	Регулює рівень кальцію та фосфору, зміцнює кістки і зуби
Вітамін Е	0,1	Антиоксидант, захищає клітини від пошкоджень
Вітамін К	0,02	Забезпечує нормальне згортання крові

Ці дані є орієнтовними, оскільки кількість вітамінів у йогуртовому морозиві може варіювати залежно від рецептури, виду молока та добавок, таких як фрукти або мед [6].

Використання меду квіткового як наповнювача для йогуртового морозива обумовлене кількома його корисними властивостями:

1. **Натуральний підсолоджувач:** мед є природним підсолоджувачем, що надає продуктам солодкий смак без додавання рафінованого цукру. Він також покращує аромат молочних продуктів, таких як йогурти, кефір, сирки та морозиво.

2. **Збереження та антибактеріальні властивості:** мед має природні антибактеріальні властивості, що допомагають подовжити термін зберігання молочних продуктів і захищають їх від псування.

3. Поживна цінність: мед багатий на вітаміни, мінерали та антиоксиданти, що робить продукти на його основі кориснішими для споживачів. Додавання меду підвищує харчову цінність молочних виробів.

4. Текстурування: мед впливає на консистенцію продуктів, роблячи їх більш м'якими і кремоподібними, що важливо для йогуртів, морозива та десертів.

5. Поліпшення ферментації: у ферментованих молочних продуктах, таких як йогурт або кефір, мед може слугувати джерелом вуглеводів для бактерій, що поліпшує процес ферментації і впливає на смакові характеристики.

6. Здоровий імідж: Мед у складі продукту часто асоціюється з натуральністю та здоров'ям, що робить молочні продукти привабливішими для споживачів, орієнтованих на здорове харчування.

Таблиця 2

Хімічний склад меду квіткового

Компонент	Вміст (в %) або мг на 100 г
Вода	16-20%
Фруктоза	30-38%
Глюкоза	28-35%
Сахароза	0.5-2%
Мальтоза	4-8%
Мінеральні речовини	0.2-0.5%
Органічні кислоти	0.3%
Білки	0.1-0.5%
Амінокислоти	50-150 мг/100 г
Вітаміни	Вітамін С, Вітаміни групи В (В1, В2, В6, В9) - до 0.1-0.3 мг/100 г
Ферменти	Діастаза, інвертаза, каталаза
Поліфеноли	До 50 мг/100 г
Мікроелементи	Калій, Кальцій, Магній, Фосфор, Залізо, Цинк, Мідь, Марганець

Висновки. Йогуртове морозиво є перспективним продуктом у сфері здорового харчування завдяки своїм функціональним властивостям, які поєднують користь кисломолочних продуктів із задоволенням від традиційних десертів. Пробіотики, що містяться в йогуртовому морозиві, позитивно впливають на здоров'я травлення, покращують мікробіоту кишечника та підтримують імунну систему. У порівнянні з традиційним морозивом, воно містить менше жиру та калорій, що робить його привабливим для людей, які дотримуються дієти або хочуть підтримувати свою вагу.

Натуральні наповнювачі, такі як мед, фрукти та ягоди, додають вітаміни, антиоксиданти та мінерали до поживної цінності йогуртового морозива. Це робить продукт придатним для широкого кола споживачів, які віддають перевагу натуральним і корисним інгредієнтам.

Таким чином, йогуртове морозиво має великий потенціал на ринку функціонального харчування. Його споживання допомагає підтримувати

збалансований раціон, задовольняє потреби в поживних речовинах і рекомендується як корисний десерт у щоденному раціоні.

Список використаної літератури

1. Watcharaporn Toommuangpak, Siwatt Thaiudom. Yogurt ice cream with *Bifidobacterium longum* subsp. *Longum* TISTR 2195: effects of fat content and prebiotics on physicochemical and rheological properties, ice cream microstructure, and probiotic survival. *International Journal of Food Properties*. 2023. P. 641-656.
2. Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. Сучасні технології молочних продуктів: підручник. К.; ЦП «Компринт», 2018. 218 с.
3. Соломон А. М., Полевода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.
4. Tatiana Colombo Pimentel, Michele Rosset, Suellen Jensen Klososki, Carlos Barão Ice Cream as Probiotic Food and Its Potential Benefits in Human Health. *In book: Microbial Biotechnology in Food Processing and Health*. 2022 P.129-163
5. Поліщук Г.Є. Технологія морозива. К.: Фірма «ІНКОС», 2008. 220 с.
6. Цупра О. С. Удосконалення технології морозива з комбінованим складом сировини. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.»: матеріали, Київ, 5–6 квіт. 2017 р. Ч. 1. С. 349.

Вікторія КЛОПОТОВСЬКА²³,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

АНАЛІЗ АСОРТИМЕНТУ ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ, ЩО ВИРОБЛЯЮТЬСЯ В УКРАЇНІ

Анотація. В статті проводиться аналіз існуючого асортименту та хімічного складу плавлених сирів, що виробляються в Україні. Технологічно встановлено, що знежирений сир і бринза добре плавляться у суміші з порівняно невеликою кількістю жирних молочних продуктів (натуральних сирів, бринзи з овечого молока або тільки вершкового масла) дають білковий продукт високої якості. На формування асортименту плавлених сирів за хімічним складом впливають такі фактори: вид сиру як сировини; масова частка жиру; наповнювачі і спеції; способи обробки сирної маси; призначення. В залежності від основної сировини, технології виробництва, органолептичних і хімічних показників український асортимент плавлених сирів підрозділяється на сім груп.

⁷Науковий керівник: Коляновська Л.М., к. т. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

Плавлені сири багаті на мінеральні речовини, особливо фосфор і кальцій, їх зольність становить 6-8%. В них містяться жиророзчинні вітаміни А, D і Е.

Ключові слова: плавлені сири, цінність, хімічний склад, технології харчових продуктів.

Annotation. *The article analyses the existing range and chemical composition of processed cheeses produced in Ukraine. Technologically, it has been established that low-fat cottage cheese and brynza melt well in a mixture with a relatively small amount of fatty dairy products (natural cheeses, sheep's milk brynza or butter alone) to produce a high quality protein product. The chemical composition of processed cheeses is influenced by the following factors: the type of cheese used as a raw material; the mass fraction of fat; fillers and spices; methods of processing the cheese mass; and the intended use. Depending on the main raw material, production technology, organoleptic and chemical characteristics, the Ukrainian processed cheese range is divided into seven groups. Processed cheeses are rich in minerals, especially phosphorus and calcium, with an ash content of 6-8%. They contain fat-soluble vitamins A, D and E.*

Keywords: *processed cheeses, value, chemical composition, food technology*

Вступ. У ХХ ст. з'явилася можливість керувати процесами одержання молока з заданими біохімічними і технологічними показниками, вирощувати та консервувати спеціальні бактеріальні закваски, здійснювати різноманітні фізико-хімічні і біологічні прийоми обробки сировини, а також проміжних продуктів. У результаті з'явилася велика кількість нових різновидів сирів, в тому числі і такого, як плавлений сир.

Виробництво плавлених сирів – порівняно молода галузь сирної промисловості. Уперше плавлений сир виробили у Швейцарії (м. Тун) на сирному заводі фірми Гербер у 1911 т. При розробці технології нового різновиду сиру були використані три основних технологічних фактори: нагрівання сирної маси до високої температури; застосування солей, які викликають перехід білка молока при нагріванні в рідкий стан; упакування розплавленого сиру в герметичну тару [1,3].

Попередниками плавлених сирів можна вважати сири, при виробництві яких наприкінці процесу застосовували плавлення. До них відносяться сулугуні (Грузія), кашковал (Болгарія), пареника, отченка (Югославія) й ін. Для цих сирів сирну масу після виготовлення і нетривалого (6-12-годинного) дозрівання нагрівали у гарячій воді до переходу в тістоподібний стан, що відбувалося при температурі 60-70°C. Гарячу напіврідку масу розкладали у форми, в яких вона прохолоджувалася і тверділа. Далі охолоджені сири виймали з форм, солили і направляли на реалізацію чи дозрівання. Деякі сири після посолки коптили. При копченні сири здобували характерний присмак, утворювалася щільна кірка і, в результаті, збільшувався термін зберігання. Процеси плавлення сирної маси відомі й в кулінарії [2].

В Україні промислове виробництво плавлених сирів уперше розпочалось в 1934 р. У той період вироблялось порівняно мало натуральних сирів – близько 10-14 тис т у рік. Це обмежувалось сировинними ресурсами заводів плавлених сирів і вони переробляли головним чином сири, які не мали товарних кондицій.

Технологічно встановлено, що знежирений сир і бринза добре плавляться у суміші з порівняно невеликою кількістю жирних молочних продуктів (натуральних сирів, бринзи з овечого молока або тільки вершкового масла) дають білковий продукт доброї якості.

Виклад основного матеріалу. На формування асортименту плавлених сирів за хімічним складом впливають такі фактори: вид сиру як сировини; масова частка жиру; наповнювачі і спеції; способи обробки сирної маси; призначення. В залежності від основної сировини, технології виробництва, органолептичних і хімічних показників український асортимент плавлених сирів підрозділяється на сім груп, як це наведено на рис. 1.

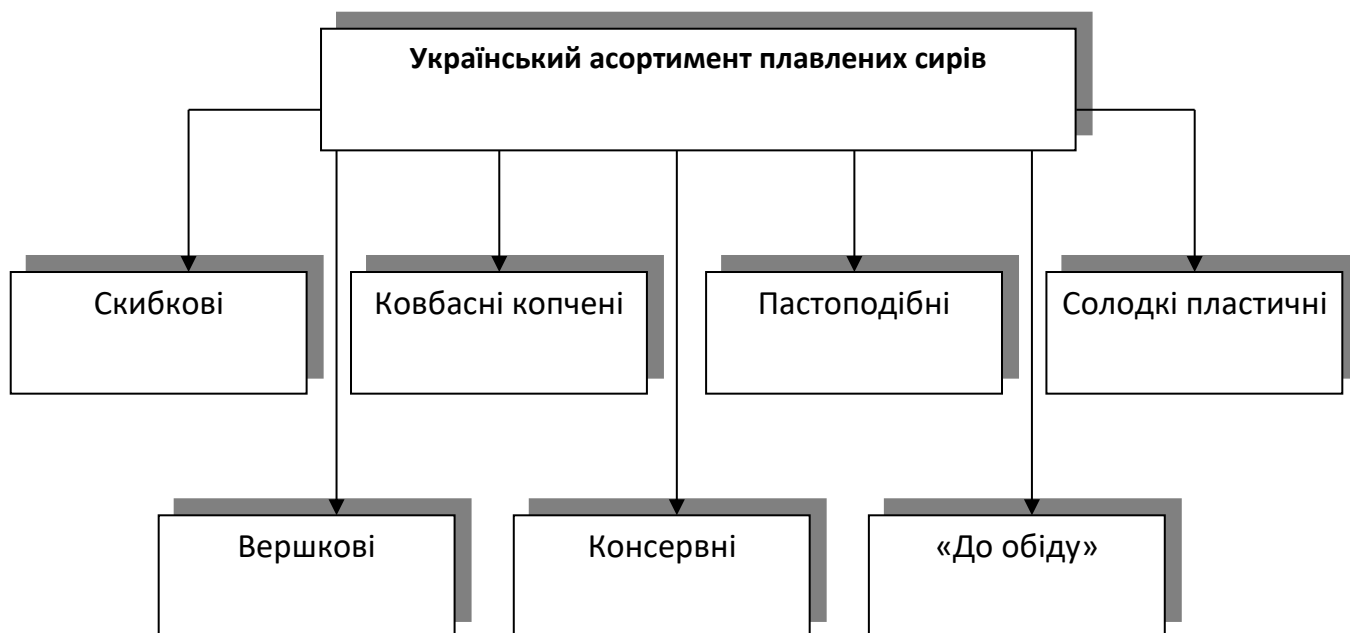


Рис. 1. Український асортимент плавлених сирів

Асортимент плавлених сирів, що виробляються на Україні, складає: плавлені сири скибкові, ковбасні копчені сири, пастоподібні сири, солодкі пластичні сири, вершкові сири, консервні сири і сири «До обіду» (табл.1).

Скибкові плавлені сири включають більше 15 найменувань, мають жиру в сухій суміші від 20 до 50%, вологи не більше 49 – 58%, солі від 2 до 3%, без домішок цукру.

Асортимент плавлених сирів, що виробляються на Україні, складає: плавлені сири скибкові, ковбасні копчені сири, пастоподібні сири, солодкі пластичні сири, вершкові сири, консервні сири і сири «До обіду»

Таблиця 1

Хімічний склад плавлених скибкових сирів

Асортимент	Вміст, %			
	жиру в сухій суміші, не менше	вологи, не більше	солі, не більше	цукру, не менше
Український	45	50	2,0	-
Чеддер	50	49	2,0	-
Голландський	45	51	2,5	-
Швейцарський	40	52	2,5	-
Пошехонський	45	50	2,0	-
Український	50	52	2,5	-
Класичний	40	52	2,0	-
Столовий	20	51	3,0	-
Сир до пива	40	51	3,0	-
«Осінь»	30	58	2,5	-
З копченими м'ясопродуктами	45	50	3,0	-
З томатним соусом	30	58	2,5	-
Гострий с перцем, спеціями	40	52	3,0	-

Особливості хімічного складу *ковбасних копчених сирів* наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Хімічний склад ковбасних копчених сирів

Асортимент	Вміст, %			
	жиру в сухій суміші, не менше	вологи, не більше	солі, не більше	цукру, не менше
Копчений	30	55	3,0	-
Копчений с перцем	30	55	3,0	-
Копчений с кмином	40	55	3,0	-

Смак цих сирів обумовлений копченням і внесеними наповнювачами. Консистенція в міру щільна, злегка пружна, легко нарізається ножом на скибочки. До цих сирів належать ковбасний копчений сир, який може мати 30 і 40% жиру.

Пастоподібні сири. Відмінна риса цієї групи – ніжна, масляниста, мастка консистенція, що наближається до консистенції вершкового масла. Пастоподібні сири можна намазувати на хліб як бутербродні. Особливості хімічного складу пастоподібних сирів наведені в табл. 3.

Асортимент солодких пластичних сирів складає більше 10 найменувань. Масова частка жиру в цих сирах складає 30% цукру – 20-30%. Ось деякі із сирів цієї підгрупи: Шоколадний, Кавовий, Фруктовий, Лимонний, з горіхами та ін. Смак цих сирів обумовлений внесеними наповнювачами та цукром. Консистенція цих сирів змінюється від скибкової до пастоподібної.

Таблиця 3

Хімічний склад пастоподібних сирів

Асортимент	Вміст, %			
	жиру в сухій суміші, не менше	вологи, не більше	солі, не більше	цукру, не менше
Вершковий	60	50	2,0	-
«Янтар»	60	50	2,0	-
«Корал»	60	52	2,0	-
«Дружба»	55	52	2,0	-
«Оригінальний»	55	52	2,0	-
«Літо»	55	52	2,0	-
«Київський»	55	58	3,0	-
Рокфор	50	53	3,5	-
М'який	55	58	2,5	-

Солодкі пластичні сири. Основною сировиною для при виробництві солодких плавлених сирів є сичугові (жирні і нежирні) несолоні, свіжі (з терміном дозрівання 1-14 діб). В рецептуру цих сирів входять кисломолочні сири, вершкове масло, цукор, смакові добавки (кава, какао, соки, ванілін) і желуючі речовини (агар, желатин). Особливості хімічного складу солодких пластичних сирів наведено в табл. 4.

Асортимент солодких пластичних сирів складає більше 10 найменувань. Масова частка жиру в цих сирах складає 30% цукру – 20-30%. Ось деякі із сирів цієї підгрупи: Шоколадний, Кавовий, Фруктовий, Лимонний, з горіхами та ін. Смак цих сирів обумовлений внесеними наповнювачами та цукром. Консистенція цих сирів змінюється від скибкової до пастоподібної.

Таблиця 4

Хімічний склад солодких пластичних сирів

Асортимент	Вміст, %			
	жиру в сухій суміші, не менше	вологи, не більше	солі, не більше	цукру, не менше
Шоколадний	30	35	-	25
Кавовий	30	35	-	25
Медовий	30	45	-	18
Фруктовий	30	35	-	25
З горіхами	17	40	-	30
М'ятний	30	33	-	30
«Казка»	30	40	-	25

Вершкові сири. В рецептуру сирів входять сичугові сири, білкова маса із заквашеного знежиреного молока, свіжі і сухі вершки, сухе молоко, фруктовоягідні сиропи, спеції, смакові наповнювачі, желатин. Особливості хімічного складу вершкових сирів наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Хімічний склад вершкових сирів

Найменування сиру	Зміст, %			
	жиру в сухій суміші, не менше	вологи, не більше	солі, не більше	цукру, не менше
Вершковий солодкий	50	45	-	14
Фруктово-ягідний	45	52	-	18
Гострий	45	52	3,0	-
Рокфор	50	52	2,5	-

До сирів цієї групи належать Вершковий солодкий, Фруктово-ягідний, Гострий, Рокфор та ін. Масова частка – жиру в сирах складає від 40 до 50%, цукру (в сирах з фруктово-ягідними добавками) – 14-15 %.

Консервні сири. Випускаються двох видів – в консервному виконанні та сухі. Характерною відмінністю цих сирів є довгострокові терміни зберігання (6-12 місяців), що обумовлене їх технологічною особливістю виробництва. Особливості хімічного складу консервних сирів наведені в табл. 6.

Таблиця 6

Хімічний склад консервних сирів

Найменування сиру	Вміст, %			
	жиру в сухій суміші, не менше	вологи, не більше	солі, не більше	цукру, не менше
Стерилізований	50	44	2,5	-
Пастеризований	50	48	2,5	-
Пастеризований з шинкою	50	48	2,5	-
Сир плавлений в порошок	40	5	5,0	-

Асортимент консервних сирів незначний і становить всього 4 найменування. Залежно від теплової обробки сири цієї групи поділяються на пастеризовані (75-90°C) і стерилізовані (105-110°C). Масова частка жиру в сирах становить 40 і 50 %. Вміст вологи плавленого консервного сиру в порошок складає менш як 5%.

Особливості хімічного складу сирів «До обіду» наведено в табл. 7.

Сири «До обіду». Призначення цих сирів – використання в якості смакової приправи до перших і других страв, для готування соусів і підлив. М'яка консистенція дозволяє намазувати сир на хліб і готувати бутерброди. Сири добре розчиняються у воді без осаду. Вони додають обіднім блюдам пікантний смак і аромат, збуджують апетит.

Асортимент плавлених сирів «До обіду» доволі значний і становить більше 5 найменувань. За технологією виготовлення ці сири близькі до пастоподібних, а за упаковкою – до консервних.

Хімічний склад плавлених сирів «До обіду»

Асортимент	Зміст, %			
	жиру в сухій суміші, не менше	вологи, не більше	солі, не більше	цукру, не менше
Сир з грибами до супу	55	48	3,0	-
Сир з цибулею до супу	55	48	3,0	-
Сир до овочевих страв	50	58	2,5	-
Сир до макаронних страв	50	58	2,5	-
Сир с білими грибами	50	58	2,5	-

Висновки. Плавлені сири характеризуються найвищою засвоюваністю жирів та білків (на 95-96% і 98-99% відповідно), що пояснюється глибоким ферментативним розчепленням складних білків до пептидів та амінокислот. Енергетична цінність плавлених сирів висока: від 250 до 350 ккал/100 г.

Плавлені сири багаті на мінеральні речовини, особливо фосфор і кальцій, їх зольність становить 6-8%. В них містяться жиророзчинні вітаміни А, D і Е.

Сири характеризуються високими органолептичними показниками: ароматом, консистенцією, зовнішнім виглядом. Вони збуджують апетит і сприяють виділенню травних соків, тому їх рекомендують вживати перед їжею.

Сири характеризуються доброякісністю, що обумовлена відсутністю в продукті невластивих їм присмаків і запахів, а також сторонніх шкідливих речовин, наприклад, солей тяжких металів і отрутних органічних з'єднань. Сири характеризуються готовністю продукту до вживання, що пов'язане зі ступенем його технологічної обробки, зі зручностями і витратами часу на готування їжі.

Сири мають гарну збереженість, що обумовлена їх здатністю зберігати споживні властивості в терміни і після строків зберігання та транспортування.

Таким чином, хімічний склад і харчова цінність плавлених сирів характеризують їх високоякісним продуктом повноцінного харчування людини.

Список використаної літератури

1. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру: Навч. посібник. К.: НУХТ, 2009. 179 с.

2. Міфи і факти про сир, оригінальні смаки, або за що ми любимо сир? Milkervis. URL: <https://milkervis.com/ua/n187431-mify-fakty-syre.html> (дата звернення 15.09.2024).

3. Paul L.H. McSweeney, Giorgio Ottogalli, Patrick F. Fox. Chapter 31 - Diversity and Classification of Cheese Varieties: An Overview. Cheese (Fourth edition). *Chemistry, Physics and Microbiology*. 2017. P. 781-808. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00031-4> .

Альона МЕЛЬНИК,²⁴
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ЦІННІСТЬ СМІКАВЦЮ ЇСТИВНОГО ТА ВИКОРИСТАННЯ У ХАРЧУВАННІ

Анотація. В статті розглядається використання смикавцю їстівного в технології збагачення кондитерських борошняних виробів. Смикавець їстівний доповнює рецептури борошняних кондитерських виробів корисними структурами такими як, харчові волокна, магній, «здорові» цукри та жири, антиоксиданти, мінеральні речовини та вітаміни. Характеризується пребіотичною та підтримуючою дією. При заміні борошна зернового на борошно смикавцю їстівного страви отримують характеристику «безглютенових» та відносяться до дієтичного ряду. Різноманіття елементів хімічного складу дає можливість використовувати смикавець їстівний в якості сировини для харчової промисловості, у медицині, косметології, в якості добрива, корму для тварин та ін.

Ключові слова: борошняні кондитерські вироби, смикавець їстівний, технології харчових продуктів.

Annotation. The article discusses the use of edible twitch in the technology of enrichment of confectionery flour products. Edible twitch complements the formulations of flour confectionery products with useful structures such as dietary fibre, magnesium, 'healthy' sugars and fats, antioxidants, minerals and vitamins. It has a prebiotic and supportive effect. When replacing grain flour with twitch flour, edible dishes are characterised as 'gluten-free' and are classified as dietary. The variety of chemical composition elements makes it possible to use edible twitch as a raw material for the food industry, in medicine, cosmetics, as a fertiliser, animal feed, etc.

Keywords: flour confectionery products, edible twitch, food technology

Вступ. Використання рослинної сировини в рецептурах різних продуктів харчування стало доброю технологічною традицією. Адже із природньою сировиною до загального хімічного складу продукту передається ряд біологічно цінних речовин.

Рослинна сировини в дієтологічних рекомендаціях стоїть чи не найпершому місці. Адже рослинна сировина є цінним джерелом різноманітних корисних речовин і має важливе значення в багатьох галузях життя. Основні корисні властивості рослинної сировини.

²⁴Науковий керівник: Коляновська Л.М. кандидат технічних наук, доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

Вітаміни та мінерали: рослини багаті на вітаміни (А, С, К, Е, В) та мінерали (калій, кальцій, магній, залізо). Ці речовини необхідні для нормального функціонування організму.

Клітковина: більшість рослин містять велику кількість клітковини, яка покращує травлення, сприяє здоров'ю кишківника та допомагає знижувати рівень холестерину.

Антиоксиданти: рослини містять антиоксиданти (флавоноїди, поліфеноли), які допомагають нейтралізувати вільні радикали, зменшуючи ризик розвитку запалень, серцево-судинних захворювань та онкології.

Білки: деякі рослинні продукти, такі як бобові та горіхи, багаті на білки, що є важливими для підтримки м'язової маси та загального здоров'я.

Ефірні олії: багато рослин (лаванда, м'ята, евкالیпт) використовуються для отримання ефірних олій, що мають антисептичні, протизапальні та заспокійливі властивості.

Фітохімічні речовини: це сполуки, які містяться в рослинах і захищають їх від шкідників. Вони також мають потенційні користі для здоров'я людини, наприклад, протиракові, протизапальні та імуномодулюючі властивості.

Натуральні барвники та ароматизатори: рослинні продукти використовуються для виготовлення натуральних барвників (наприклад, з куркуми, буряка) та ароматизаторів (цитрусові, ваніль).

Загалом, рослинна сировина є основою для багатьох продуктів у харчовій, косметичній, фармацевтичній промисловостях і має безліч переваг для здоров'я людини та навколишнього середовища.

Виклад основного матеріалу. В статті розглядається використання смикавецю їстівного. Також цю багаторічну трав'янисту рослину родини осокових називають земляний мигдаль, тигровий горіх, земляний горіх, чуфа (лат. *Superus esculentus*).

Природним середовищем зростання смикавця їстівного є Північна півкуля від субтропіків до помірного клімату. Батьківщиною є Середземномор'я та Північна Африка.

Смикавець їстівний має давню історію використання в різних культурах. Його використовують як їжу, лікарську рослину і джерело поживних речовин. В Давньому Єгипті смикавець їстівний вирощувався та споживався. Археологи знаходили свідчення того, що єгиптяни використовували смикавець їстівний як частину своїх харчових раціонів. Його споживали сирим або смаженим, а також використовували для приготування олії. Деякі джерела стверджують, що смикавець їстівний навіть клали в гробниці фараонів як частину поховальних дарів.

У стародавній Греції та Римі смикавець їстівний також був відомий як продукт харчування. Греки використовували його не лише як їжу, але й як засіб для лікування різних захворювань шлунково-кишкового тракту. Римляни теж високо цінували смикавець їстівний, особливо її корисні властивості.

У середньовічній Іспанії, під час мусульманського панування, смикавець їстівний набув популярності як основний інгредієнт для приготування «орчати»

(напою з тигрового горіху, води та цукру). Цей напій досі популярний у сучасній Іспанії, особливо у Валенсії.

У пізньому середньовіччі та в епоху Відродження смикавець їстівний був цінним продуктом у європейській кулінарії. Його використовували як інгредієнт у випічці, напоях і лікарських засобах. У цей період рослина почала поширюватися з південної Європи в інші частини континенту.

У ХХ столітті смикавець їстівний отримав нову популярність завдяки його поживній цінності та користі для здоров'я. В Іспанії він залишається основою для приготування традиційної «орчати», а в Африці смикавець їстівний активно вирощують і споживають, особливо в Нігерії та Малі, де його використовують для приготування молока зі смикавцю їстівного та борошна. Смикавець їстівний цінується за високий вміст харчових волокон, магнію, заліза, калію та антиоксидантів. Він став популярним і серед прихильників здорового харчування та дієт без глютену або лактози. В сучасній Африці використовується як джерело харчових продуктів і лікарських засобів. У Венесуелі смикавець їстівний використовується для приготування напоїв, схожих на іспанську орчатку.

Сьогодні смикавець їстівний вирощують у Валенсії (Іспанія), а також у Генуї. Представники країн Середземномор'я люблять цей горіх та активно культивують його. Все це через властивості активізувати роботу клітин мозку, можливості збільшувати працездатність організму, зміцнювати імунітет та покращувати стресостійкість та настрої.

Тигровий горіх зберігає свою популярність і сьогодні завдяки універсальності у використанні та корисним властивостям для здоров'я.

Смикавець їстівний хоч називають тигровим горіхом, але це зовсім не горіх; це бульба. Цей скромний, зморшкуватий двоюрідний брат картоплі та соняшників — один із найкращих компонентів, які можна додавати в кондитерські вироби, оскільки ми маємо на меті удосконалити технологію борошняних кондитерських виробів. Адже нові рецептури дають можливість пропонувати споживачам продукти, що корисні для них і для навколишнього середовища. Насправді, для професійних кондитерів, які працюють з різними складовими кондитерських виробів, смикавець їстівний може підвищити смак, поживну та біологічну цінність продуктів та урізноманітнити асортимент. Особливо тих, хто потребує виробів без молочних компонентів.

Смикавець їстівний, або тигровий горіх, або чуфа (*Cyperus esculentus*), або земляний мигдаль, є цінним джерелом поживних речовин і має багато корисних властивостей [1-4].

Хімічний склад та енергетичну цінність смикавцю їстівного представлено на рис.1, 2.

Як видно з рисунків досить калорійні плоди смикавцю їстівного містять у своєму складі: крім білків, жирів та вуглеводів цукор – 30% та крохмаль – 20%.

У кожному горішку є ще води 3 грами і стільки ж золи. Смикавець їстівний маслянистий і за калоріями становить близько 650 ккал. Добову норму можна заповнити, з'ївши 150 г горіха.

У бульбах є також кислоти, ліпіди, вітаміни, фосфор та такі мікроелементи, як: калій, йод, селен, натрій, кальцій, цинк, магній.

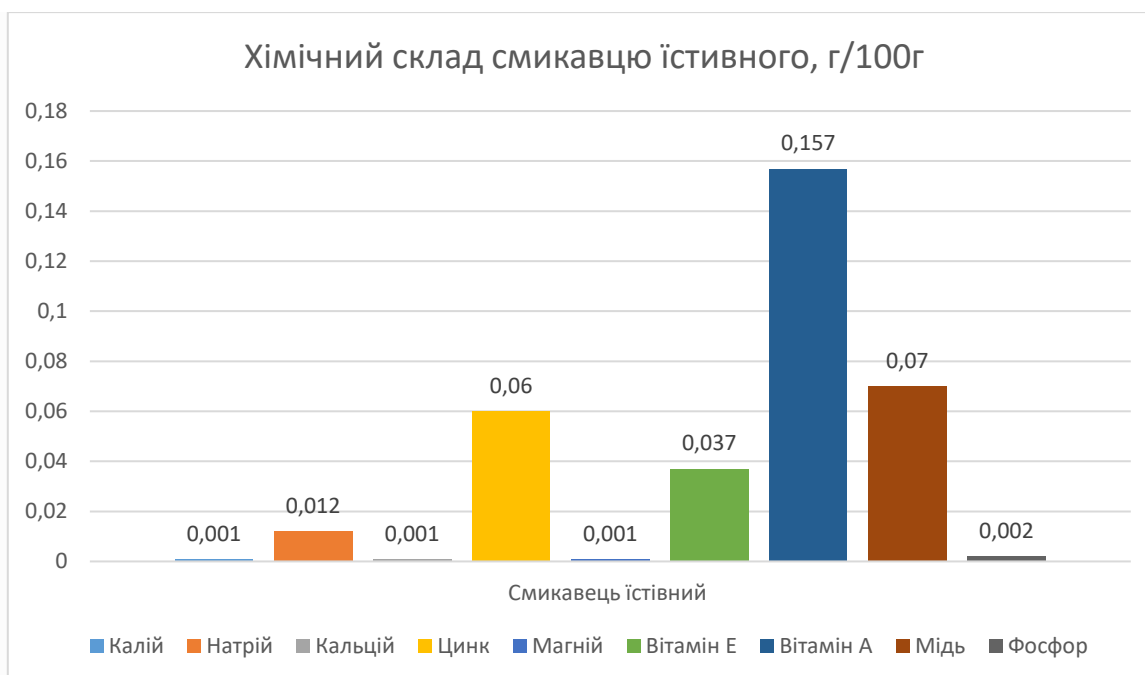


Рис. 1. Хімічний склад смаквцю їстівного

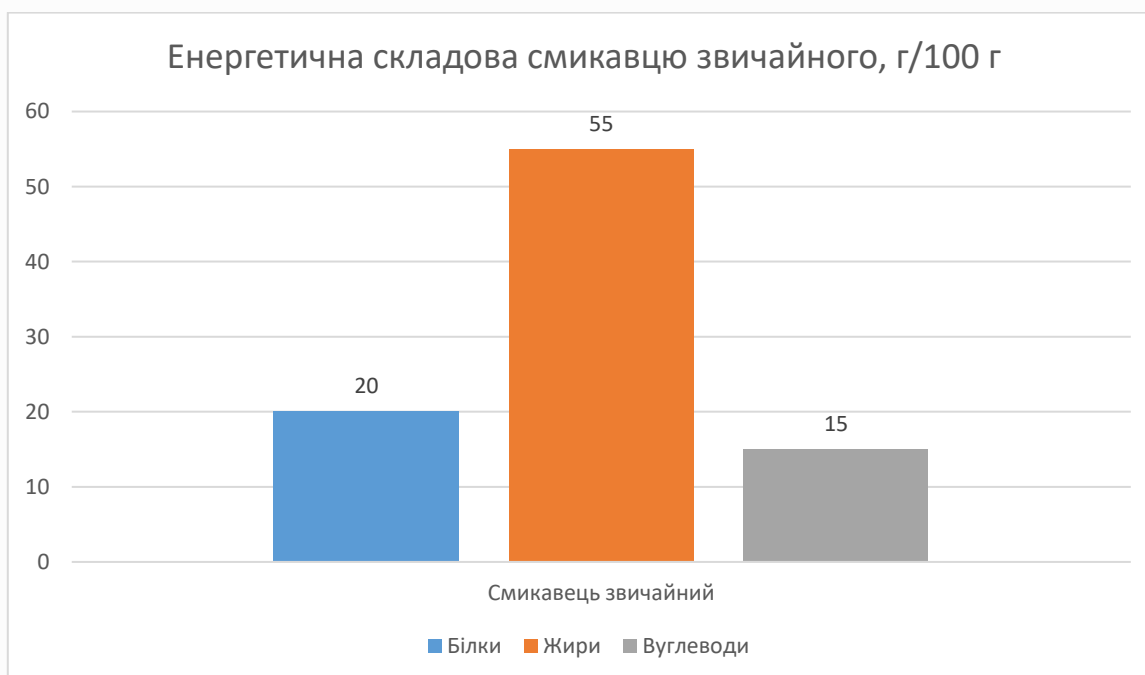


Рис. 2. Енергетична цінність смаквцю їстівного

Переваги смаквцю їстівного:

1. Багатий на клітковину: містить значну кількість харчових волокон, які допомагають покращувати травлення, запобігають запорам і сприяють підтриманню здорової мікрофлори кишківника.

2. Джерело здорових жирів: У смаквці їстівному містяться корисні жири, зокрема мононенасичені жирні кислоти, схожі на ті, що містяться в оливковій

олії. Вони корисні для серця та допомагають знижувати рівень «поганого» холестерину.

3. Низький глікемічний індекс: смикавець їстівний має низький глікемічний індекс, тому не викликає різких стрибків рівня цукру в крові. Це робить його корисним для людей, які контролюють рівень цукру, зокрема діабетиків.

2. Багатий на магній: магній є важливим для підтримання здоров'я м'язів, нервової системи та нормального рівня артеріального тиску. Смикавець їстівний є хорошим джерелом цього мінералу.

3. Антиоксиданти: смикавець їстівний містить антиоксиданти, які допомагають боротися з вільними радикалами та запобігають клітинним пошкодженням, що знижує ризик розвитку хронічних захворювань, включно з серцево-судинними та онкологічними хворобами.

4. Джерело вітамінів і мінералів: смикавець їстівний багатий на вітамін Е, який має антиоксидантні властивості і сприяє підтримці здорової шкіри та зміцненню імунної системи. Крім того, він містить калій, що важливо для серцево-судинної системи.

5. Підтримка енергії: Завдяки високому вмісту крохмалю, смикавець їстівний є хорошим джерелом енергії. Він корисний для спортсменів та людей, які ведуть активний спосіб життя.

6. Безглютеновий продукт: смикавець їстівний не містить глютену, тому є безпечним для людей з целиакією або тих, хто дотримується безглютенової дієти.

7. Пребіотична дія: Деякі дослідження показують, що смикавець їстівний може діяти як пребіотик, стимулюючи ріст корисних бактерій у кишківнику.

Висновки. Загалом смикавець їстівний є поживним і універсальним продуктом, який можна використовувати як у вигляді перекусів, так і у випічці, напоях (наприклад, у традиційному іспанському напої «орчата») або навіть у косметичних засобах.

Список використаної літератури

1. Хареба В.В., Улянич О.І., Ковтунюк З.І., Кецкало В.В., Хареба О.В., Філонова О.М. Малопоширені овочеві рослини. Ч. 2: навчальний посібник. К.: Аграр. наука, 2016. 192 с.

2. Про затвердження Порядку забезпечення офіційними та дослідними зразками посадкового матеріалу сорту: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 26.09.2023 № 1710. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1785-23#Text>. (дата звернення 15.09.2024).

3. Івасюк І. М., Марчишин С. М., Будняк Л. І.. Дослідження морфолого-анатомічної будови трави смикавця їстівного (*Cyperus esculentus* L.). Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. 2019. Т. 12, №3(31). С. 298-302.

4. Codina-Torrella I., Guamis B., Trujillo A. Characterization and comparison of tiger nuts (*Cyperus esculentus* L.) from different geographical origin: Physico-

chemical characteristics and protein fractionation. *Industrial Crops and Products*. 2015. Vol. 65, P. 406-414. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.11.007>

Костянтин НАЗАРЕНКО²⁵,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ГІДРОГЕНІЗАЦІЇ

Анотація. *Основою написання статті стало опрацювання матеріалу, пов'язаного із технологією гідрогенізації, а також дослідженням хімічного складу рослинних олій та жирів. Новим в гідрогенізації є доведення важливості використання порошкових і стаціонарних каталізаторів. Гідрогенізація, як технологічний процес складається із різноманітного обладнання та матеріалів. Це і обладнання для гідрогенізації, і модельний проточний реактор, і автоклав для гідрогенізації на порошковому нікель-мідному каталізаторі, і каталізатори гідрогенізації. Важливим є також вибір сплаву постійних каталізаторів та їх будови.*

Ключові слова: *гідрогенізація, харчові жири, каталізатори, модифікація, сплави.*

Annotation. *The basis for writing the article was the processing of material related to hydrogenation technology, as well as the study of the chemical composition of vegetable oils and fats. The novelty in hydrogenation is the establishment of the importance of using powdered and stationary catalysts. Hydrogenation, as a technological process, consists of various equipment and materials. This includes equipment for hydrogenation, a model flow reactor, an autoclave for hydrogenation on a powdered nickel-copper catalyst, and hydrogenation catalysts. The choice of alloy for permanent catalysts and their structure is also important.*

Keywords: *hydrogenation, food fats, catalysts, modification, alloys.*

Вступ. Олійно-жирова промисловість прагне до створення нових і вдосконалення існуючих технологій переробки рослинних олій і жирів, що дозволяє значно підвищити продуктивність технологічного обладнання та якість харчових продуктів. У зв'язку з цим виняткова увага приділяється отриманню твердих олій. На сьогоднішній день каталітичне гідрування є промисловим процесом модифікації рослинних олій і жирів з метою отримання гідрогенованих жирів для виробництва маргарину та кондитерських виробів.

²⁵Науковий керівник: Коляновська Л.М. к. т. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

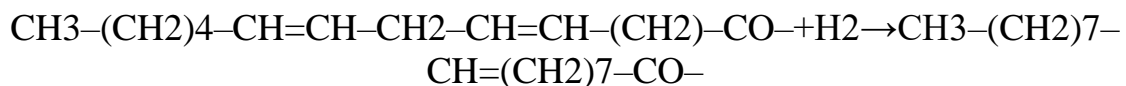
Тому актуальним є вдосконалення технології гідрогенізації жирів з використанням стаціонарних і дисперсних нікель-мідних каталізаторів. Хімічні та фізичні властивості рослинних олій і тваринних жирів залежать від їхнього жирнокислотного складу та розподілу в суміші тригліцеридів.

Виклад основного матеріалу. Існує два типи хімічної модифікації жирів: гідрогенізація та переетерифікація. Обидва процеси є каталітичними, тобто потребують каталізатора для зниження енергетичного бар'єру бажаної хімічної реакції.

Сутність процесу гідрогенізації полягає в цілеспрямованій зміні жирнокислотного складу олій і жирів шляхом приєднання водню до ненасичених ацильних груп гліцеридів і хімічних перетворень, що відбуваються в присутності каталізатора одночасно з основною реакцією. Зміна жирнокислотного складу призводить до відповідної модифікації тригліцеридного складу та властивостей олій і жирів, тобто їхньої твердості, температури плавлення, пластичності та підвищення стійкості до окислювальних і термічних впливів.

Процес часткової гідрогенізації рослинних олій і жирів застосовується для отримання модифікованих жирів для маргарину та інших харчових продуктів. Власне гідрогенізація полягає у приєднанні водню до подвійних (етиленових) зв'язків у ненасичених ацильних радикалах гліцеридів. Однак при цьому ступінь ненасиченості жирів знижується до повного перетворення в насичені сполук.

Реакція гідрування ацильного радикалу лінолевої кислоти до радикалу олеїнової кислоти відбувається наступним чином:



З хімічної точки зору, промислова гідрогенізація жирів є значно складнішою, ніж наведена реакція приєднання водню. З огляду на каталізатори, що використовуються в цьому процесі, можна прискорити інші хімічні перетворення, серед яких найбільш важливими з практичної точки зору є наступні:

- переміщення етиленових зв'язків вздовж вуглецевого ланцюга молекул (позиційна ізомеризація).
- утворення гідрогенізованих олій (геометрична ізомеризація).
- гідроліз тригліцеридів з поступовим відщепленням жирних кислот і утворенням ди-, моногліцеридів та гліцерину (при повному гідролізі).
- взаємодія вільних жирних кислот з нікелем та іншими металами (утворення металевих мил).
- піролітичне розщеплення (термодеструкція) гліцеридів і жирних кислот з утворенням альдегідів, кетонів, окисполук, гідроксикислот, альдегідів, кетонів, гідроксикислот.
- піролітичне розщеплення (термодеструкція) гліцеридів і жирних кислот з утворенням альдегідів, кетонів, окисполук, вуглеводнів та інших сполук [1-4].

Глибоке очищення гідрогенізованої сировини від фосфатидів, вільних жирних кислот, пігментів, вологи і каталітичних отрут вимагає водневої сушки для стримування небажаних побічних хімічних реакцій (розщеплення гліцеридів, омилення металевих мил). Властивості та якості гідрогенізованих жирів визначаються такими факторами: хімічним складом сировини, що гідрогенізується, і ступенем її очищення, в тому числі від каталітичних отрут, співвідношенням різних хімічних перетворень в процесі гідрогенізації, а також ступенем хімічного перетворення сировини.

Харчові жири є важливим продуктом харчування, і згідно з фізіологічними нормами, рекомендований вміст жирів у раціоні людини становить 30%-33%, що становить загальну енергетичну цінність їжі. У світі все більше уваги приділяється дослідженням каталітичної модифікації рослинних олій та жирів з метою покращення якості та забезпечення харчової безпеки цільових жирів [5-8]. Створення нового покоління каталізаторів для отримання цільових харчових жирів є вкрай необхідним. У цьому напрямі значного розвитку набули науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, спрямовані на покращення властивостей цільових харчових жирів, оптимізацію їх складу та технологічних процесів. Проблеми забезпечення якісними і безпечними харчовими жирами та продуктами їх переробки є пріоритетними напрямками в реалізації напрямку державної політики в галузі здорового харчування населення України.

Розвиток виробничих секторів, модернізація та диверсифікація промисловості, застосування ресурсо- та енергозберігаючих методів, забезпечення харчової безпеки продукції, а також виробництво конкурентоспроможної та експортної продукції це пріоритетні завдання країни. У зв'язку з цим наукові дослідження спрямовані на отримання високоякісних цільових харчових жирів з використанням рослинних олій, зокрема соєвої, соняшnikової, сафлорової та кунжутної, для приготування широкого спектру харчових продуктів.

Тому дослідження виробництва гідрогенізованих жирів з рослинної олії на каталізаторах нового покоління, його створення та обґрунтування наукових і практичних основ каталітичних процесів є актуальними з наукової та практичної точок зору. Україна має достатню сировинну базу і можливості для організації нових технологій і виробництва каталізаторів гідрогенізації жирів. Таким чином, проведення наукових і експериментальних досліджень з розробки технології гідрогенізації олій і жирів з використанням стимуляторів нового покоління є життєво необхідним, що призведе до поліпшення якості та харчової безпеки цільових харчових жирів.

Управління процесом гідрогенізації для отримання жирів із заданими властивостями включає в себе вибір сировини і каталізатора для гідрогенізації та оптимальних параметрів процесу (температура, тиск водню, тривалість контакту між сировиною, воднем і реагентом, співвідношення між швидкістю подачі сировини, водню і каталізатора в зону реакції). Комбінація контрольованих параметрів процесу дозволяє отримувати гідрогенізовані жири з різноманітними властивостями. Промислове гідрування олій і жирів відноситься до гетерогенних

каталітичних процесів, що протікають у трьох стадіях, тобто в системі газ-рідина-твердий каталізатор. Процес гідрогенізації включає кілька фізико-хімічних стадій, а саме: подачу водню з газової фази в рідину, подачу молекул водню, розчинених у рідині олій і жирів, на поверхню каталізатора, подачу гліцеридів олії або жиру на поверхню каталізатора, хемосорбцію водню і тригліцеридів на поверхні каталізатора, хімічні перетворення на поверхні каталізатора, десорбцію продукту реакції з поверхні каталізатора і видалення молекул водню із зони реакції в об'єм рідкої фази.

В Україні використовуються гідрогенізовані жири для виробництва харчових продуктів з характеристиками, зазначеними ДСТУ 4330:2004 Маргарини м'які. Загальні технічні умови. Згідно з технічними умовами, необхідні характеристики гідрогенізованих жирів для маргаринової та кондитерської продукції наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристики гідрогенізованих жирів для маргарину та кондитерських виробів згідно з технічними умовами.

Процес	Маргаринові вироби	Кондитерський жир
Температура плавлення (°C)	31-36	35-37
Твердість, г/см при 15 °C	160-320	550-750
Кислотне число (г ОН/г)	1,0	2,0
Масова частка твердих тригліцеридів при 20 °C (%)	29-37	не менше 45
Масова частка нікелю (мг/кг)	10	15

Метою дослідження є розробка стадійної гідрогенізації рослинних олій з використанням каталізаторів нового покоління для отримання цільових харчових жирів.

Вибір високоефективних і науково обґрунтованих технологій та каталітичних систем для забезпечення якості покращення та харчова безпека цільових харчових жирів.

В Україні основною сировиною для виробництва гідрогенізованих жирів є рафінована соняшникова олія місцевого виробництва. З цієї причини завданням дослідження було отримання вищезазначеного гідрогенізованого жиру з соняшникової олії.

Гідратацію соняшникової олії проводять на нікель-мідному карбонатному каталізаторі виробництва, який відновлюється безпосередньо в процесі гідрогенізації, а потім використовується багаторазово.

При повторному використанні стимулятора його активність поступово знижується, проте селективність дії зростає.

На другій стадії гідрування використовують «відпрацьований» нікель-мідний каталізатор.

Типова схема промислової гідрогенізації соняшникової олії з використанням «відпрацьованого нікель-мідного порошкового каталізатора» має продуктивність автоклавної батареї приблизно 6 т/год (табл. 2).

Таблиця 2

Зв'язок властивостей гідрогенізованих жирів та глибини їх гідрогенізації зі
стаціонарним каталізатором.

Витрата олії в автоклаві (т/год)	Об'ємна витрата олії (год ⁻¹)	Гідрогенізований жир (% J2)	Т- плаву (°C)	Твердість (г/см)	Селективність (%)	Вміст трансізомерів (%)
Дисперсний каталізатор						
6,0	-	69	34,4	320	86	23
6,2	-	71	32,0	280	92	25
6,4	-	74	31,6	220	94	28
Каталізатор з нерухомим шаром						
-	1,0	65	44	400	74,5	25
-	1,5	71	42	320	79,7	29
-	2,0	77	38	160	84,3	37

Як видно з таблиці 2, вона містить гідрогенізований жир з йодним числом (69-74), отриманий при температурі гідрогенізації 160°C-180 °C, з 23%-28% транс-ізомерів мононенасичених кислот (хроматографічний метод аналізу), що має твердість 220-320 г/см. Селективність процесу гідрування за йодним числом (7174) залишилася на рівні 92%-94%. Нова схема гідрування дозволяє використовувати низькоактивний нікелевий каталізатор і, таким чином, значно знизити його витрату при одночасному підвищенні продуктивності установки. Для порівняння в таблиці 2 також наведено результати гідрування тієї ж соняшникової олії на підготовленому стаціонарному нікель-мідно-алюмінієвому каталізаторі, промотованому родієм. У цьому випадку гідрогенізований жир з майже однаковим йодним числом (65-75) містив приблизно однакову кількість трансізомерів і мав достатню твердість. Однак селективність гідрогенізації знижувалася, тому гідрогенізований жир мав незадовільну твердість і високу температуру плавлення.

Висновки. Дослідження закономірностей безперервної технології отримання гідрогенізації соняшникової олії просунулися вперед, встановивши на початку процесу механізм і кінетику процесу неселективного гідрування ненасичених жирних кислот на стаціонарному каталізаторі.

Список використаної літератури

1. Leading Health Organizations. Rally around Call to Action to Protect People's Health from Climate Change—Public Health Institute. URL.: <https://www.phi.org/news-events/1494/leading-health-organizations-rally-around-call-to-action-to-protect-peoples-health-from-climate-change> (accessed on 6 July 2019).
2. Murtaugh, P.A.; Schlax, M.G. Reproduction and the Carbon Legacies of Individuals. *Glob. Environ. Chang.* 2009, 19, 14–20. [CrossRef]
3. Kaza, S.; Yao, L.; Bhada-Tata, P.; Van Woerden, F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050; *The World Bank: Washington, DC, USA*, 2018; ISBN 978-1-4648-1329-0.

4. Mulvaney, D.; Gibbs, B.J. Green Metrics; Constable, D.J.C., Ed.; WILEY-VCH: Hoboken, NJ, USA, 2012; Volume 11, ISBN 9780470413265.

5. UNFCCC. Katowice Climate Change Conference, Katowice, Poland, 2–14 December 2018. URL.: <https://unfccc.int/katowice> (accessed on 24 January 2019).

6. OECD. Improving Plastics Management: Trends, Policy Responses and the Role of International Co-Operation and Trade; Policy Paper no. 12; OECD: Paris, France, 2018.

7. Lieberman, D.; Doherty from the Center for Resource Solutions, S.; Commission for Environmental Cooperation. Renewable Energy as a Hedge against Fuel Price Fluctuation: How to Capture the Benefits; Commission for Environmental Cooperation: Montreal, QC, Canada, 2018.

8. Berenblyum, A.S.; Danyushevsky, V.Y.; Kuznetsov, P.S.; Katsman, E.A.; Shamsiev, R.S. Catalytic Methods for the Manufacturing of High-Production Volume Chemicals from Vegetable Oils and Fats (Review). *Pet. Chem.* 2016, 56, 663–671. [CrossRef]

Віталій ПОПІВНЮК²⁶,
магістр 2 -го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ШЛЯХОМ КУПАЖУВАННЯ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Анотація. В статті розглядається можливість удосконалення технології купажування олій з урахуванням жирнокислотного складу на основі Омега-6 (ω -6) і Омега-3 (ω -3). Аналізуючи купажі згідно ДСТУ 4536:2006 «Олії купажовані. Технічні умови» слід зазначити, що більшість із них складаються в основі із рафінованих, з незначним складом на повноцінні ω -3 кислоти. Тому запропоновано на основі розглянутих традиційних харчових олій за даними складу жирних кислот в яких встановлено вміст насичених, моно- та поліненасичених жирних кислот, зокрема родин ω -6 та ω -3, розробити купажі. За основу обрано ріпакову олію яку вчені назвали «північною оливковою» олією, оскільки вона за своїми біохімічними властивостями, не відстає від оливкової, а щодо окремих складників, навіть перевершує її (зокрема α -ліноленової кислоти, в ріпаковій олії у багато разів більше). Вона містить вітамін E і багато ненасичених жирних кислот: поліненасичені кислоти (лінолева кислота — Омега 6, ліноленова кислота — Омега 3) і мононенасичені кислоти (олеїнова кислота — Омега 9).

¹⁰Науковий керівник: Коляновська Л.М. к.т.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

Ключові слова: купажування, олій, поліненасичені жирні кислоти

Annotation. The article discusses the possibility of improving the technology of blending oils taking into account the fatty acid composition based on Omega-6 (ω -6) and Omega-3 (ω -3). Analyzing the blends according to DSTU 4536:2006 “Blended oils. Technical specifications”, it should be noted that most of them are based on refined ones, with a small composition of full ω -3 acids. Therefore, it is proposed to develop blends on the basis of the considered traditional edible oils according to the composition of fatty acids, which establish the content of saturated, mono- and polyunsaturated fatty acids, in particular the ω -6 and ω -3 families. Rapeseed oil was chosen as the basis, which scientists called “northern olive” oil, as it is not far behind olive oil in its biochemical properties, and even surpasses it in terms of certain components (in particular, α -linolenic acid, which is many times higher in rapeseed oil). It contains vitamin E and a lot of unsaturated fatty acids: polyunsaturated acids (linoleic acid - Omega 6, linolenic acid - Omega 3) and monounsaturated acids (oleic acid - Omega 9).

Keywords: blending, oils, polyunsaturated fatty acids

Вступ. Купажування рослинних олій – це процес змішування декількох видів рослинних олій для отримання продукту з поліпшеними або унікальними властивостями. Це може бути зроблено з різними цілями, такими як покращення смаку, аромату, текстури, збагачення корисними речовинами або збільшення терміну придатності продукту [1].

Основні цілі купажування:

1. Поліпшення якості продукту: поєднання різних олій дозволяє створити суміш, яка поєднує корисні властивості кожного з компонентів. Наприклад, олія оливкова та лляна можуть бути змішані для отримання балансу між жирними кислотами омега-3 і омега-9.

2. Створення унікальних ароматів і смакових профілів: купажування використовується для створення специфічних смакових характеристик. Деякі олії мають нейтральний смак, а інші — виразний, що може бути важливим у кулінарії.

3. Збільшення стабільності продукту: деякі рослинні олії мають коротший термін придатності через високий вміст ненасичених жирів, які швидко окислюються. Купажування з більш стабільними оліями, як-от кокосова або рапсова, допомагає уникнути цього.

2. Оптимізація ціни: купаж дешевших олій із дорожчими дозволяє знизити загальну вартість продукту, не втрачаючи в якості.

Важливо вибрати правильне співвідношення ω -6 та ω -3 та якість олій, щоб суміш була гармонійною за складом і властивостями. До ω -6 жирних кислот належать: лінолева кислота, γ -ліноленова кислота, арахідонова кислота, до ω -3 жирних кислот – α -ліноленова кислота, ейкозапентаєнова кислота, докозагексаєнова кислота.

Виклад основного матеріалу. В Україні купажування рослинних олій регулюється відповідними нормами та стандартами. Основні вимоги до виробництва і продажу купажованих олій визначаються законами про безпеку харчових продуктів, маркування і технічні регламенти, зокрема такими, як:

Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Цей закон регулює загальні вимоги до харчових продуктів, включаючи олії, і гарантує їхню безпеку для споживачів.

ДСТУ 4536:2006 «Олії купажовані. Технічні умови». Якщо олія виробляється за національними стандартами, вони визначають критерії якості та безпечності для купажованих олій [2].

Маркування продукту. Важливо, щоб на етикетці чітко зазначалося, що це саме купажована олія, а також які конкретні види олій використані в складі. Продукти мають бути прозоро позначені відповідно до законодавства про маркування харчових продуктів.

На сьогодні співвідношення між ω -6 та ω -3 в раціоні середньостатистичної людини України становить 30 : 1. Ось вже близько ста років як українці використовують соняшникову олію не тільки для смаження, але й заправляючи салати та інші страви. В основному споживали конопляну, лляну, рижієву холодного віджиму. Через використання великої кількості рафінованої соняшnikової олії в їжі науковці пов'язують поширення серцево-судинних хвороб, що значно зросли за останні сто років.

Соняшnikова олія містить велику кількість лінолевої кислоти (50 – 75 %), але зовсім не містить ліноленової. Тому, можна стверджувати, що традиційна соняшnikова олія не відповідає потребам організму в ПНЖК.

Згідно ДСТУ 4536:2006 олії купажовані залежно від технології, складу компонентів, показників якості і безпеки поділяють на види, зазначені у таблиці 1.

Таблиця 1

Класифікація олій купажованих

Види та склад компонентів	Співвідношення компонентів олій купажованих, %
Нерафіновані гідратовані олії купажовані	
Соняшnikова, соєва	60:40 80:20
Соняшnikова, гірчична	80:20
Соняшnikова, ріпакова	70:30
Соняшnikова, лляна	85:15
Рафіновані дезодоровані олії купажовані	
Соняшnikова, ріпакова, соєва	35:40:25 40:35:25 60:20:20
Соняшnikова, соєва	30:70 40:60 60:40
Соняшnikова, ріпакова	50:50 70:30
Соняшnikова, ріпакова, пальмова	30:40:30 50:30:20 60:20:20

Продовження таблиці 1

Соняшникова, ріпакова, пальмовий олеїн	30:40:30
Соняшникова, пальмовий олеїн	70:30
Соняшникова, оливкова	80:20
Соєва, кукурудзяна	60:40
Соєва, оливкова	60:40
Соєва, пальмова	75:25
	60:40
Соєва, пальмовий олеїн	70:30

За органолептичною оцінкою купажованих олій слід зазначити, що смак та запах кожної із олій відчуються в готових купажах олії (табл. 2).

Таблиця 2**Органолептична оцінка купажованих олій**

Склад купажованих олій	Смак	Запах
Соняшникова +соєва співвідношення компонентів (80:20)	Слабка виражений присмак соняшnikової олії	Яскравіше виражені відтінки соняшnikової олії, ніж соєвої
Соєва+оливкова співвідношення компонентів (60:40)	Слабка виражений присмак оливкової олії	З приємними ледве специфічними відтінками

Порівнюючи значення кислотного, йодного та пероксидного чисел із значеннями цих величин у окремих оліях до змішування, можна зробити висновок, що якість олій після змішування не погіршується (табл. 3).

Таблиця 3**Показники якості купажованих олій**

Показник	Олії	
	Купаж №1 Соняшникова+соєва	Купаж №2 Соєва+оливкова
Кислотне число, мг КОН/г	0,18	0,19
Йодне число	148,3	135,9
Пероксидне число, ½ O ммоль/кг	28,0	18,0

На основі проаналізованих даних складу жирних кислот 10 традиційних олій [3,4] в яких встановлено вміст насичених, моно- та поліненасичених жирних кислот, зокрема родин ω -6 та ω -3 (табл.4).

Таблиця 4**Жирнокислотний склад олій**

№	Зразок	Вміст жирних кислот, %			
		НЖК	МЖК	ω -6 ПНЖК	ω -3 ПНЖК
1	Соняшникова	11,34	25,98	62,58	0,10
2	Кунжутна	15,33	39,27	45,04	0,36
3	Лляна	10,24	17,90	14,57	57,26
4	Гарбузова	19,80	21,66	58,40	0,14

Продовження таблиці 4

5	Кавова	46,07	9,65	42,94	1,29
6	Мигдальна	7,27	71,02	21,71	0,00
7	Пшенична	19,60	16,32	57,03	6,92
8	Обліпихова	29,30	48,81	16,85	4,95
9	Рижієва	9,94	33,86	19,41	35,03
10	Конопляна	10,76	14,90	58,18	16,10

Враховуючи дослідження із рекомендованим співвідношенням ω -6: ω -3, які повинні бути від 3:1 до 10:1, візьмемо із табл. 4 ті компоненти, в яких найбільше ω -3 та поєднаємо із ріпаковою олією, яка краще за соняшникову за жирно-кислотним складом.

Одна столова ложка харчової ріпакової олії містить:

Калорії: 124

Вітамін Е: 2,4 мг (16 % RDA)

Вітамін К: 10 мкг (9 % RDA)

Загальна жирність: 14 г

Насичені жири: 1 г

Мононенасичені жири: 9 г

Поліненасичені жири: 4 г

Співвідношення жирних кислот ω -6: ω -3 у ріпаковій олії, має показник 2:1 – 18,6/9,1.

Харчова нерафінована ріпакова олія холодного віджиму, має приємний горіховий запах і властивий смак, а колір ріпакової олії може бути від світло-жовтого (у рафінованій) до бурштинового. Олія призначена для приготування різних страв (салатів, кондитерських виробів, консервування, для смаження) та виготовлення харчових продуктів.

Для оптимальних по жирнокислотному складу, що знаходяться в межах від 3:1 до 10:1 візьмемо наступні купажі:

№1 – ріпакова олія 80% + лляна 40%,

№2 – ріпакова олія 70% + рижієва олія 30%,

№3 – ріпакова олія 60% + конопляна олія 40%.

Висновки. Отже, за результатами досліджень запропоновано три купажі, в яких знаходиться більш оптимальний склад рекомендованих у співвідношенні ω -6 та ω -3 кислоти.

Список використаної літератури

1. Смоляр В. І. Концепція ідеального жирового харчування. *Проблеми харчування*. 2006. №4. С. 14-24

2. ДСТУ 4536:2006 «Олії купажовані. Технічні умови». Будстандарт. Сервіс документів. Онлайн. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86414.

3. Матвеева Т.В., Федякіна З.П. Купажі олій – джерело поліненасичених жирних кислот. *Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій*. Одеса: ОНАХТ, 2013. Вип. 46, том 2. С. 210-213.

4. Матвеева, Т. В. Купажування олій з оптимізованим жирнокислотним

Микола САДОВНИК,²⁷
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА

***Анотація.** В праці досліджували можливість додавання пряно-ароматичної сировини в рецептуру житньо-пшеничного хліба. Традиційне додавання насіння пряно-ароматичних рослин має ряд недоліків пов'язаних із швидким мікробіологічним обсіменінням, псуванням, втратою аромату при зберіганні та подрібненні, погіршенням товарного вигляду продукції через сторонні домішки в насінні або його нерівномірний розподіл у виробах. Тому запропоновано використовувати екстракти кропу та коріандру, що виготовлені за CO₂ технологією екстрагування. Перевагою додавання CO₂ екстрактів є умови процесу їх отримання. Екстракція CO₂ відбувається за оцадних до складних структур вітамінів та поживних речовин температур – 30-40°C. Також в процесі такого екстрагування не відбувається окислення активних компонентів рослинної сировини.*

***Ключові слова:** житньо-пшеничний хліб, екстракти кропу та коріандру, CO₂ екстракти.*

***Annotation.** The possibility of adding spicy and aromatic raw materials to the recipe of rye-wheat bread was investigated. Traditional addition of seeds of spicy and aromatic plants has a number of disadvantages associated with rapid microbiological contamination, spoilage, loss of aroma during storage and grinding, deterioration of the product presentation due to impurities in the seeds or their uneven distribution in the products. Therefore, it is proposed to use dill and coriander extracts produced by CO₂ extraction technology. The advantage of adding CO₂ to extracts is the conditions of the process of their production. CO₂ extraction occurs at temperatures that are gentle to the complex structures of vitamins and nutrients - 30-40°C. Also, in the process of such extraction, no oxidation of the active components of plant material occurs.*

***Keywords:** rye-wheat bread, dill and coriander extracts, CO₂ extracts.*

¹¹Науковий керівник: Коляновська Л.М., к.т.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій ВНАУ.

Вступ. Споживча цінність хліба обумовлена його хімічним складом. Хімічний склад хліба залежить від його виду та інгредієнтів, але основними складовими є: вода, вуглеводи, білки, жири, харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни, дріжджі.

Вода – складає близько 35-45% від загальної маси хліба. Вода використовується для замішування тіста і випаровування під час випікання.

Вуглеводи – основний компонент хліба, зокрема крохмаль, який міститься в борошні. Крохмаль становить приблизно 40-50% складу хліба. Інші вуглеводи включають прості цукри (глюкозу, фруктозу), які додаються для ферментації або покращення смаку.

Білки – становлять близько 8-12% залежно від виду борошна. Основні білки – це глютенін та гліадин, які формують глютен, що робить тісто еластичним і допомагає йому підніматися під час випічки.

Жири – зазвичай у хлібі є невелика кількість жирів (2-5%), які можуть походити з масла, маргарину або рослинної олії. Жири надають хлібу м'якості та покращують смак.

Харчові волокна – особливо у цільнозерновому хлібі, де клітковина може становити до 10%. Вона важлива для травлення та мікробіоти.

Мінерали та мікроелементи:

- Натрій – надходить із солі, яка додається для смаку і поліпшення текстури (приблизно 1-2%).

- Кальцій, магній, залізо – містяться у невеликих кількостях у борошні.

Вітаміни – хліб містить вітаміни групи В (В₁, В₂, В₆), а також вітамін Е, які природно присутні в зернах або додаються під час збагачення борошна.

Дріжджі – відповідають за ферментацію, перетворюючи цукри на вуглекислий газ, що робить тісто пухким.

Це основні компоненти, однак склад може варіюватися залежно від рецептури (наприклад, хліб на заквасці, бездріжджовий хліб, з додаванням насіння, спецій тощо).

Насіння, екстракт СО₂ якого використовували в рецептурах, підбирали традиційно у хлібопеченні: кріп та коріандр.

Виклад основного матеріалу. В роботі запропоновано використовувати екстракти кропу та коріандру, що виготовлені за СО₂ технологією екстрагування для збагачення біологічної та смакової цінності житньо-пшеничного хліба.

Кріп запашний, кріп пахучий, кріп (*Anethum graveolens* L.) — однорічна трав'яниста рослина родини округлокових.

Хімічний склад кропу включає олію ефірну (2-4 %), флавоноїди, каротин, до 20 % олії жирної, речовини азотисті, фітонциди, цукри, вітамін С, залізо, фосфор, марганець, селен, кальцій та базові енергетичні складові (рис. 1).

Енергетична цінність насіння кропу складає 305,0 ккал на 100 г.

Насіння кропу має багато корисних властивостей для здоров'я завдяки високому вмісту поживних речовин, вітамінів та ефірних олій. Основні переваги насіння кропу:

1. Покращення травлення: насіння кропу сприяє поліпшенню травлення, допомагаючи зменшити здуття, метеоризм і спазми в шлунку. Воно стимулює виділення травних соків та жовчі, що полегшує засвоєння їжі.

2. Антимікробна дія: ефірні олії, що містяться в насінні кропу, мають антисептичні та антимікробні властивості. Це допомагає боротися з інфекціями, зокрема бактеріальними та грибковими.

3. Заспокійливий ефект: насіння кропу використовують як природний засіб для заспокоєння нервової системи. Його заварюють для зменшення стресу та покращення сну.

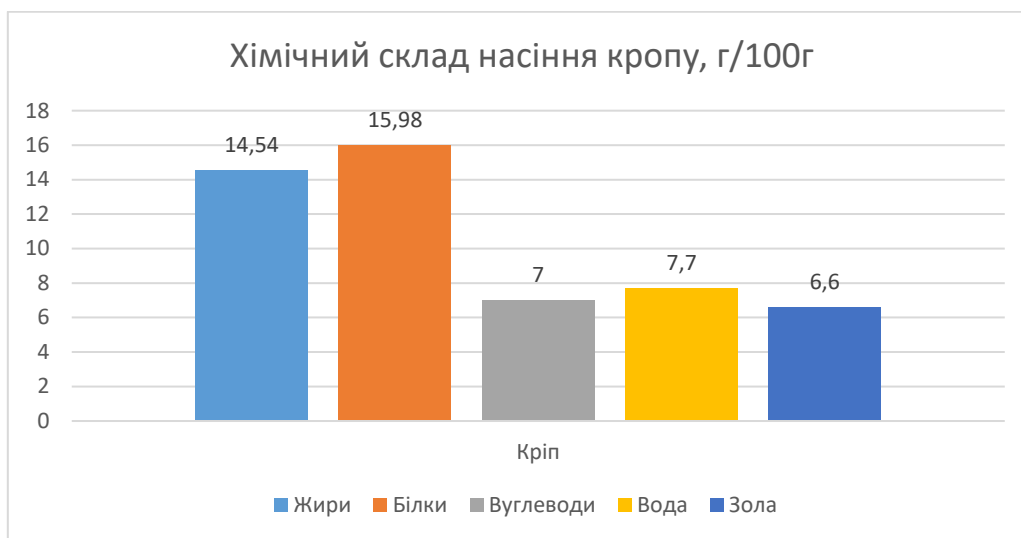


Рис. 1. Хімічний склад насіння кропу, г/100 г

4. Сечогінний ефект: насіння кропу стимулює виділення сечі, що допомагає організму позбавлятися зайвої рідини та токсинів. Це може бути корисно при набряках або порушеннях сечовидільної системи.

5. Антиоксидантні властивості: насіння кропу містить флавоноїди та інші антиоксиданти, які допомагають захистити клітини організму від впливу вільних радикалів, що можуть призводити до старіння та розвитку хронічних захворювань.

6. Підтримка імунної системи: завдяки вмісту вітамінів А і С, насіння кропу зміцнює імунну систему, допомагаючи організму краще боротися з інфекціями.

7. Полегшення симптомів респіраторних захворювань: відвари з насіння кропу іноді використовують для полегшення кашлю та зменшення симптомів простудних захворювань завдяки їх здатності знижувати запалення та полегшувати дихання.

8. Підтримка здоров'я серця: завдяки високому вмісту калію та магнію, насіння кропу сприяє нормалізації артеріального тиску та покращенню роботи серцево-судинної системи.

Коріандр, коляндр або кінза (*Coriandrum sativum*) — однорічна трав'яниста рослина роду коріандр родини парасолькових. Інші назви: клоповник, кішнець посівний.

Хімічний склад коріандру включає білки, вуглеводи, вітаміни А, В₁, В₂, С, РР, мікроелементи залізо, калій, кальцій, магній, натрій, фосфор, дубильні і азотисті речовини, жирні олії, крохмаль, цукру (глюкозу, фруктозу, сахарозу), пектин, органічні кислоти. У них також присутній 0,2-1,6% (в залежності від сорту і умов вирощування) ефірного масла, головними компонентами якого є ліналоол і гераніол (рис. 2).

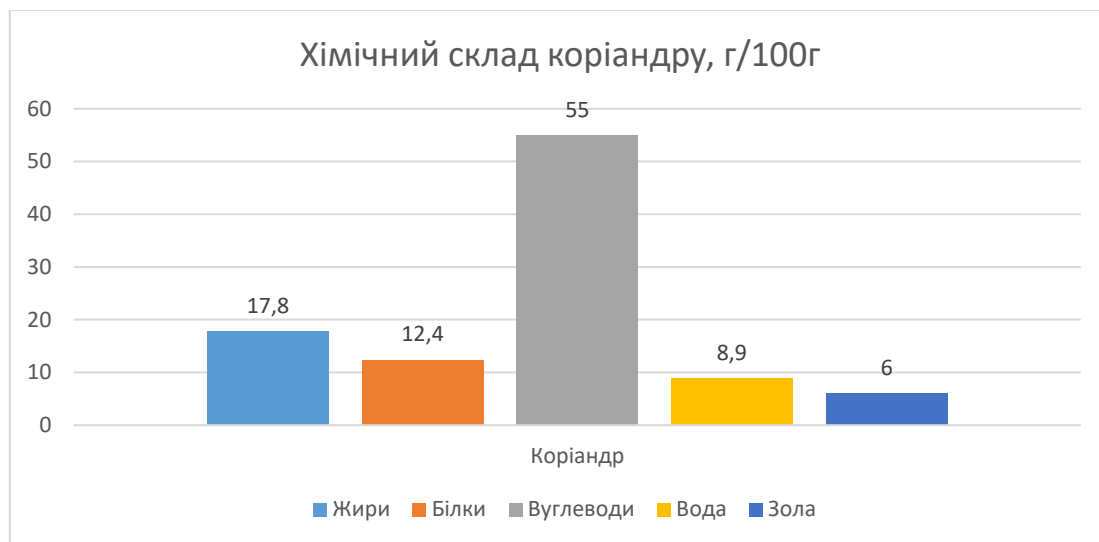


Рис. 2. Хімічний склад насіння коріандру, г/100г.

Енергетична цінність коріандру складає 298,0 ккал на 100 г.

Насіння коріандру (кінзи) має багато корисних властивостей для здоров'я завдяки високому вмісту ефірних олій, вітамінів і мінералів. Ось основні переваги насіння коріандру:

1. Покращення травлення: насіння коріандру стимулює роботу шлунково-кишкового тракту, допомагає зменшити здуття, метеоризм і відчуття тяжкості. Воно також сприяє виробленню травних ферментів, що полегшує засвоєння їжі.

2. Антимікробна дія: ефірні олії, що містяться в насінні коріандру, мають антисептичні та антимікробні властивості. Вони можуть допомогти боротися з інфекціями та запальними процесами в організмі.

3. Зниження рівня холестерину: дослідження показують, що регулярне вживання насіння коріандру може допомагати знижувати рівень «поганого» холестерину (ЛПНЩ) та підвищувати рівень «хорошого» холестерину (ЛПВЩ), що позитивно впливає на здоров'я серцево-судинної системи.

4. Антиоксидантні властивості: насіння коріандру містить антиоксиданти, які допомагають нейтралізувати вільні радикали в організмі, знижуючи ризик розвитку хронічних захворювань та уповільнюючи процеси старіння.

5. Регуляція рівня цукру в крові: деякі дослідження показали, що насіння коріандру може допомагати знижувати рівень цукру в крові, що робить його корисним для людей з діабетом або ризиком його розвитку.

6. Сечогінний ефект: коріандр сприяє виділенню сечі, допомагаючи організму виводити надлишок води та токсини. Це може бути корисним при набряках і порушеннях роботи нирок.

7. Протизапальна дія: насіння коріандру має природні протизапальні властивості, що може допомагати при лікуванні запальних захворювань, таких як артрит.

8. Покращення здоров'я шкіри: настої з насіння коріандру іноді використовуються для лікування шкірних проблем, таких як висипання, подразнення або алергічні реакції, завдяки його антибактеріальним та протизапальним властивостям.

9. Підтримка імунної системи: насіння коріандру містить вітаміни А, С, а також флавоноїди, які підтримують імунітет і допомагають організму ефективніше боротися з інфекціями.

10. Поліпшення роботи нервової системи: коріандр містить магній, що сприяє зниженню рівня стресу та покращенню якості сну.

Процес екстрагування пряно-ароматичної сировини відбувається за високого тиску в середовищі вуглекислого газу. На відміну від кисню, вуглекислий газ не здатний окислювати або пошкоджувати корисні компоненти рослин. За високого тиску вуглекислий газ зріджується, він стає таким же щільним, як рідина, але залишається всепроникним, як газ.

У цих умовах рослинна сировина переходить у рідку фазу, при цьому не потрібно ніяких хімічних розчинників і домішок. Після процесу екстрагування тиск повертають у норму, надлишок вуглекислого газу випаровується, залишаються лише розріджені фрагменти рослин, що повністю зберегли всі корисні властивості.

CO₂ процес екстракції проходить за охладних температур (30-40°C), що виключає руйнування складних молекул вітамінів і поживних речовин. Також не відбувається окислення активних компонентів рослинної сировини.

Усе це дає змогу отримувати екстракти, вкрай насичені й активні. Їх собівартість і активність у кілька десятків разів перевищують інші широкоживані види екстрактів. CO₂-екстрагування вимагає дорогого обладнання, проте сумлінні компанії-виробники, що піклуються насамперед про якість кінцевої продукції, виявляють інтерес до нового виду екстрагування.

Висновки. Отже, за рахунок повноцінного хімічного складу, що збагачує склад житньо-пшеничного складу хліба, вважаємо доречним використовувати екстракти насіння кропу та коріандру. Враховуючи, що широкого розвитку набули CO₂-екстракти з пряно-ароматичної та ефіроолійної сировини, які містять комплекс ароматичних і біологічно активних речовин у нативному вигляді, рекомендовано використовувати CO₂ екстракти. Також вони добре зберігаються (у закритому стані за звичайних умов – 3 роки), компактні та економічні у вживанні.

Список використаної літератури

1. Дудченко Л. Пряно-ароматичні та пряно-смакові рослини. К.: Наукова думка. 2009. 304 с.

2. Ottavia Parenti, Lorenzo Guerrini, Bruno Zanoni. Techniques and technologies for the breadmaking process with unrefined wheat flours. *Trends in Food*

Science & Technology. Vol. 99, May 2020, P. 152-166.

3. Massimo Blandino, Valentina Sovrani, Federico Marinaccio, Amedeo Reyneri etc. Nutritional and technological quality of bread enriched with an intermediated pearled wheat fraction. *Food Chemistry*. Vol. 141, Is. 3, 2013, P. 2549-2557.

4. Emily Lorena Chávez-Delgado, Alejandro Gastélum-Estrada, Esther Pérez-Carrillo, Perla Azucena Ramos-Parra etc. Bioactive properties of spearmint, orange peel, and baby sage oleoresins obtained by supercritical CO₂ extraction and their integration into dark chocolate. *Food Chemistry*. Available online 16 September 2024. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141306>.

Дмитро СОКОЛОВСЬКИЙ²⁸,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ВИКОРИСТАННЯ АМАРАНТОВОГО БОРОШНА У КОНДИТЕРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Анотація. Використання нетрадиційної сировини та інноваційних методів її обробки й зберігання стає ключовим трендом у харчовій промисловості. Це дозволяє не тільки покращити якість готової продукції, але й значно розширити існуючий асортимент. Зокрема, у хлібобулочних виробках активно застосовуються альтернативні види сировини, що надає можливість створювати нові смаки та текстури, а також підвищувати харчову цінність виробів. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям здорового харчування і дозволяє виробникам задовольнити потреби споживачів у різноманітних і корисних продуктах. Впровадження альтернативних видів сировини, також сприяє підвищенню їхньої екологічної стійкості. Використання нетрадиційних зернових культур, таких як амарант дозволяє зменшити залежність від традиційних зернових ресурсів та знизити негативний вплив на довкілля. це відкриває нові можливості для виробників у розробці спеціалізованих продуктів, зокрема для людей із дієтичними потребами, такими як безглютенова або високобілкова продукція.

Ключові слова: амарантове борошно, хімічний склад, харчова цінність, хлібопекарські властивості

Annotation. The use of non-traditional raw materials and innovative methods of processing and storage is becoming a key trend in the food industry. This allows not

²⁸Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

only to improve the quality of finished products but also to significantly expand the existing range. In particular, alternative types of raw materials are actively used in bakery products, which makes it possible to create new flavors and textures and increase the nutritional value of products. This approach is in line with current healthy eating trends and allows manufacturers to meet the needs of consumers for diverse and healthy products. The introduction of alternative types of raw materials also contributes to their environmental sustainability. The use of non-traditional cereals such as amaranth reduces dependence on traditional grain resources and reduces the negative impact on the environment. this opens up new opportunities for manufacturers to develop specialized products, in particular for people with dietary needs, such as gluten-free or high-protein products.

Keywords: *amaranth flour, chemical composition, nutritional value, baking properties*

Вступ. Сучасний ринок кондитерських виробів динамічно розвивається і є надзвичайно конкурентним. Виробникам необхідно постійно оцінювати свій асортимент, вдосконалювати якість продукції, її споживчі властивості та знижувати витрати на виробництво. Перспективним напрямом у харчовій промисловості є розробка функціональних продуктів харчування. У цьому контексті варто звернути увагу на амарантове борошно, яке виготовляють з насіння амаранту. Споживання кондитерських виробів з використанням борошна амаранту сприяє надходженню в організм людини біологічно активних речовин, мікро- та макроелементів, вітамінів, здатних позитивно впливати на організм людини в цілому [1].

Виклад основного матеріалу. Амарант – це рід рослин, що належить до родини амарантових (Amaranthaceae). Особливістю амаранта є невеликий розмір зерен (маса 1000 шт. становить 0,6-1,0 г), вкритих твердою оболонкою. Він відомий своїми багатими на поживні речовини зернами та листям і здавна використовувався як харчова культура в різних частинах світу, особливо в Мексиці та Центральній Америці. Окрім харчових властивостей, амарант застосовується в медицині та косметології. Він також цінується за свою здатність адаптуватися до різних кліматичних умов, що робить його важливим ресурсом для стійкого сільського господарства.

У всіх частинах амаранту міститься багатий комплекс біологічно активних речовин, які мають антиоксидантні властивості. Листова маса амаранту відрізняється високим вмістом природних антиоксидантів: флавоноїдів (до 17%), аскорбінової кислоти, сквалену, пігменту амарантину. Флавоноїди, що входять до складу листя амаранту, представлені рутином, кверцетіном і трифолоном. Рутин, ефективний антиоксидант, що міститься, переважно в листі амаранту, залежно від виду, вміст його коливається від 0,5 до 3,0% [2].

На сьогодні відомо близько 60 різновидів амаранту, які відрізняються своїми суцвіттями і листям, що можуть мати різні відтінки - від пурпурного і червоного до золотого. Амарант виділяється такими характеристиками, як висока швидкість росту, стійкість до природних катаклізмів, зокрема посухи, а

також здатність рости на ґрунтах з надмірно лужним або кислим середовищем. Крім того, ця рослина має високу врожайність зерен. Хоча амарант за своїми властивостями схожий на зернові культури, його відносять до псевдозернових через те, що він не належить до сімейства зернових. З насіння амаранту можна отримувати борошно, крохмаль, висівки та олію.

Насіння амаранту - це зерна округлої форми, що містять ядро, зародок підковоподібної форми й оболонку.

Шляхом розмелювання утворюється борошно. Але, перш ніж розмолоти зерна, насіння проходить кілька стадій підготовки: очищення, луцення від оболонки, поділ на компоненти, який відбувається шляхом сплющування ядер, 95 а також зародки зерна відокремлюють від своїх ядер [3].

Насіння амаранту - найбільш перспективний вид нетрадиційної сировини для виробництва широкого асортименту як різних харчових добавок, так і готових продуктів харчування. З нього можна виготовляти крупу, муку, спирт, напої, харчові добавки [4]. Чудові поживні якості борошна амаранту, в порівнянні з іншими зерновими, роблять його в поєднанні з пшеничним або вівсяним борошном повноцінним інгредієнтом для дитячого харчування.

Зерна амаранту містять до 18-20% білків, які вирізняються збалансованим амінокислотним складом, включаючи такі незамінні амінокислоти, як лізин, метіонін і триптофан. Ці амінокислоти є важливими регуляторами обмінних процесів в організмі. Крім того, у складі амаранту присутні ліпіди (7-10%), харчові волокна (9-11%), а також вітаміни і мінерали, що підсилює його харчову цінність.

Одним із основних продуктів переробки зерна амаранту є борошно, отриманню та застосуванню якого в останні десятиліття приділяють велику увагу як вітчизняні так і зарубіжні дослідники.

Амарантове борошно має цінний хімічний склад: білка у 3,8 рази більше, ніж у пшеничному борошні; ліпідів – у 9,4 рази; клітковини – у 17 разів; мінеральних речовин: натрію – у 24 рази, калію – у 4,2 рази, кальцію – у 19 разів, магнію – у 6 разів, фосфору – у 5 разів, заліза – у 36 разів; вітамінів: тіаміну – у 33 рази, рибофлавіну – у 74 рази, ніацину – в 1,2 рази [5].

Наведені в табл. 1. дані ілюструє співвідношення між основними компонентами в амарантовому та пшеничному борошні, показуючи їх харчову цінність і різницю в складі.

Таблиця 1

Співвідношення хімічного складу борошна

Компонент	Амарантове борошно	Пшеничне борошно
Білки	13.6 г	12.0 г
Ліпіди (жири)	7.0 г	1.5 г
Клітковина	10.0 г	2.7 г
Натрій	4 мг	2 мг
Калій	508 мг	107 мг
Кальцій	159 мг	15 мг
Магній	248 мг	22 мг
Фосфор	557 мг	108 мг

Продовження таблиці 1

Залізо	7.6 мг	1.2 мг
Вітамін В ₁ (Тіамін)	0.12 мг	0.4 мг
Вітамін В ₂ (Рибофлавін)	0.21 мг	0.1 мг
Вітамін В ₃ (Ніацин)	0.92 мг	5.5 мг

Амарантове борошно вищого ґатунку має білий колір із жовтуватим або сіруватим відтінком. У той час як цільнозернове борошно характеризується наявністю помітних частинок оболонки зерна. Запах і смак амарантового борошна є специфічними і властивими саме цьому виду сировини. Це додає його продуктам унікальності, підкреслюючи його натуральність та поживні властивості.

Використання амарантового борошна у технології кондитерських виробів у кількості 100% є неможливим, оскільки в ньому відсутня клейковина. Тому амарантове борошно зазвичай комбінується з іншими видами борошна, що містять глютен, для досягнення необхідних характеристик готових виробів.

Введення амарантового борошна в рецептури кондитерських виробів для збагачення та часткової заміни пшеничного борошна є доцільним. Для цього зазвичай використовують частково знежирене амарантове борошно, отримане з амарантового шроту, або плющені зерна амаранта (амарантові пластівці). Варто зазначити, що цільнозернове амарантове борошно містить велику кількість жиру, що суттєво знижує його здатність до зберігання через швидке прогоркання жиру. Тому важливо обирати правильні види борошна для досягнення оптимального балансу між смаковими якостями та терміном зберігання готової продукції.

Вважається, що завдяки низькій вологості амарантове борошно має сенс використовувати як добавку до пшеничного борошна, вологість якого перевищує допустимі значення за регламентом. Висока кислотність амарантового борошна дозволяє скоротити тривалість процесу бродіння без застосування ферментних препаратів. Крім того, завдяки своїй газоутворювальній здатності, амарантове борошно може стати хорошою добавкою до пшеничного борошна з сильною клейковиною, що сприяє поліпшенню якості напівфабрикатів та готових виробів. Це відкриває нові можливості для створення більш якісних та корисних хлібобулочних продуктів [6].

Вивчення впливу амарантового борошна на хлібопекарські властивості пшеничного борошна проводилось шляхом визначення вмісту та якості клейковини й газоутворювальної здатності. Амарантове борошно вносили у сухому вигляді в дозах 1%, 3%, 5%, 7% і 10% замість пшеничного борошна. Встановлено, що при внесенні амарантового борошна вміст сирової клейковини незначно зменшується. Проте зі збільшенням дозування добавки змінюються структурно-механічні властивості клейковини, що, в свою чергу, сприяє підвищенню газоутворення у тісті. Це може позитивно впливати на об'єм і текстуру готових виробів, роблячи їх більш легкими і повітряними [7].

Висока вологоутримуюча здатність амарантового борошна зумовлена значним вмістом харчових волокон, який коливається від 3.9% до 16.5%. Для порівняння, у пшеничному борошні, залежно від сорту, вміст харчових волокон варіюється від 3.5% до 11.3%. Що стосується насіння амаранта, то цей показник становить від 25% до 60%. Це свідчить про високу поживну цінність амаранту та його потенціал у виготовленні продуктів з підвищеними вологоутримуючими властивостями.

В ході проведення досліджень було встановлено, що зі збільшенням дозування амарантового борошна показники якості борошняних сумішей змінюються. У борошняних сумішах вологість зменшується з 12,0 до 10,8%, кислотність з 4,3 до 4,1 град., водопоглинальна здатність знижується з 56,0 до 54,0%, масова частка сирової клейковини зменшується з 28,0 до 25,0%. Якість сирової клейковини зростає з 55,0 до 75,0 умовних одиниць приладу ІДК [8].

Зменшення показника вологості пов'язане з тим, що амарантове борошно має нижчий вміст вологи. Це дозволяє йому адсорбувати частину вологи з пшеничного борошна, що призводить до загального зниження вологості борошняної суміші. Чим більше дозування амарантового борошна, тим нижчою стає вологість суміші. Це важливо враховувати при розробці рецептів, щоб забезпечити оптимальні умови для випікання.

Водопоглинальна здатність зменшується зі збільшенням дозування амарантового борошна, оскільки частинки амарантового борошна є дещо більшими, ніж частинки пшеничного борошна. Борошно з меншою крупністю має вищу водопоглинальну здатність, тому при збільшенні кількості амарантового борошна це значення знижується.

Збільшення частки амарантового борошна також суттєво впливає на кількість та якість сирової клейковини. Масова частка сирової клейковини знижується, а її якість погіршується - вона стає слабшою. Це пов'язано з фракційним складом амарантового борошна: білкові речовини представлені переважно соле- і водорозчинними фракціями (альбумінами та глобулінами), які не здатні утворювати клейковинний каркас. Це важливо враховувати при створенні рецептур, щоб забезпечити бажану текстуру та еластичність кінцевих продуктів.

Амарант і продукти його переробки мають цінний хімічний склад, високу харчову й біологічну цінність, містять широкий спектр фізіологічно функціональних харчових речовин, що визначає перспективи їх використання у технології харчових виробництв. [9]

Вивчення амаранту з метою його максимально ефективного використання залишається активним і досі не завершеним. Наразі проводяться дослідження, спрямовані на встановлення хімічного складу різних видів амаранту та впливу його компонентів на здоров'я людини. Перспективи збагачення хліба за рахунок добавок з амаранту відзначаються вже досить давно, зокрема для усунення дефіциту окремих мікроелементів, таких як залізо. Крім того, амарантове борошно підходить для виробництва безглютенових продуктів, що робить його цінним інгредієнтом для людей з непереносимістю глютену [9].

Висновки. Проаналізовано результати наукових досліджень з технології хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів з використанням борошна амаранту. Для обробки та узагальнення отриманих даних використовували методи системного аналізу. Аналізуючи результати вивчення функціонально-технологічних властивостей амарантового борошна, виявлено, що за технологічними властивостями, поживною та біологічною цінністю амарантове борошно не поступається пшеничному борошну.

Фізико-хімічні, технологічні та органолептичні властивості амарантового борошна як перспективної харчової добавки задовольняють ряду вимог щодо рослинних компонентів у харчових продуктах з комбінованим складом сировини. Окрім того, для широкого застосування амарантової сировини у кондитерських виробках в Україні є достатня його сировинна база.

Важливим аспектом є також екологічна стійкість вирощування амаранту, що дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Використання амарантового борошна відкриває нові можливості для створення безглютенових і спеціалізованих продуктів, що відповідають сучасним вимогам здорового харчування.

Список використаних джерел:

1. Миколенко, С. Ю., Захаренко, А. А. Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива. *Технічні науки та технології*. 2020. 1(19), с. 228–240.

2. Singh N., Singh P., Shevkani K., & Viridi A. S. Amaranth: Potential Source for Flour Enrichment. Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention. 2019. P.123–135.

3. Буяльська Н. П., Литвиненко О. О., Денисова Н. М. Використання продуктів переробки амаранта у виробництві хлібобулочних виробів. *Технічні науки та технології*. 2020. 3(17). С. 226-223.

4. Важненко Г. І. Амарантова продукція корисна і промислового, і домашнього приготування. *Асоціація амаранту*. 2020. № 35. С. 45–48.

5. Овсієнко С.М., Соломон А.М. Амарант: практичні аспекти використання : Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 151 с.

6. Topwal M. Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta scientific agriculture*. 2019. №3 (1). P. 9-15.

7. Миколенко С. Ю., Царук Л. Ю., Чурсінов Ю. О. Вплив продуктів переробки амаранта і чіа на якість хліба. *Вісник Національного Технічного Університету «Харківський політехнічний інститут»*, 2019. №5 (1330). С. 145-151.

8. Матияшук О. В., Фурманова Ю. П., П'яних С. К. Використання амарантового борошна в технології виробництва бісквітних напівфабрикатів. *Науковий погляд в майбутнє*. 2017. Вип. 6. Т. 2. С. 52–58.

9. Sanz-Penella J. M. et al. Bread Supplemented with Amaranth (*Amaranthus cruentus*): Effect of Phytates on In Vitro Iron Absorption. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2012. Vol. 67. P. 50–56.

Анна СТАВНІЙЧУК²⁹,
студентка 3 курсу,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

СОУСИ З ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ІНГРЕДІЄНТАМИ

Анотація. На даний час створення асортименту нових продуктів, що поліпшують харчовий статус людини – своєчасна і нагальна проблема, яка стоїть перед вченими харчової промисловості. У харчових технологіях використовуються функціональні інгредієнти, які володіють підвищеними захисними і поліпшеними технологічними властивостями. Саме до таких речовин з впевненістю можна зарахувати компоненти рослинного походження, а саме харчові волокна та рослинні фосфоліпіди. Фосфоліпіди є групою незамінних есенціальних речовин, які в організм людини потрапляють тільки з їжею. Фосфоліпіди не можуть самостійно утворюватись в організмі людини, але виконують важливі функції, які позитивно впливають на організм: відновлюють клітинні стінки; беруть участь у ліпідному обміні, а також у зниженні ризику утворення холестерину; активно беруть участь в процесах доставки до клітин біологічно-активних речовин та ін. Багатим джерелом біологічно активних речовин є насіння льону, його лікувальні властивості відомі протягом століть і визнані офіційною медициною.

Ключові слова: соуси, функціональні інгредієнти, біологічно-активні речовини, рослинні фосфоліпіди

Annotation. Currently, the creation of a range of new products that improve human nutritional status is a timely and urgent problem facing scientists in the food industry. In food technology it is effective to use functional ingredients that have enhanced protective and improved technological properties. It is possible to confidently attribute the components of plant origin, namely, dietary fiber and plant phospholipids, to such substances. Phospholipids are a group of essential substances that are irreplaceable and enter the human body only with food. Phospholipids cannot be formed independently in the human body, but perform important functions that have a positive effect on the body: they restore cell walls; they are involved in lipid metabolism, as well as reducing the risk of cholesterol formation; they actively

²⁹Науковий керівник – Коляновська Л.М., к. т. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

participate in the delivery processes of biologically active substances to cells, etc. A rich source of biologically active substances are flax seeds, its medicinal properties have been known for centuries and are recognized by official medicine.

Keywords: *sauces, functional ingredients, biologically active substances, vegetable phospholipids*

Вступ. Нині харчування є одним з основних факторів, що визначають здоров'я і активність людини, її нормальне зростання і розвиток, працездатність, тривалість життя, резистентність організму до захворювань і шкідливих факторів навколишнього середовища. Проблема раціонального харчування населення має величезне соціальне значення і відіграє вирішальну роль у забезпеченні якості та тривалості життя людини, її здоров'я. В Україні найважливішими порушеннями в системі харчування є надмірне споживання тваринних жирів, вуглеводів, на тлі дефіциту повноцінних білків тваринного походження, поліненасичених жирних кислот, мікроелементів, вітамінів і харчових волокон. Тому перед науковцями стоїть завдання – створення асортименту нових продуктів, що мають функціональну спрямованість і поліпшують харчовий статус людини.

Виклад основного матеріалу. Соуси поряд з цілою низкою переваг також здатні збагатити основну страву дефіцитними нутрієнтами: макро-, мікроелементами, вітамінами, харчовими волокнами, ПНЖК та іншими біологічно активними речовинами, можуть посилити детоксикаційну, антиоксидантну активність раціону, впливати на роботу шлунково-кишкового тракту. Тому доцільним буде розробити рецептури соусів з використанням рослинної сировини з заданими функціонально технологічними властивостями [1]. При створенні нових композицій соусів важливим є вибір і обґрунтування рецептурних інгредієнтів, їх раціональне комбінування, що забезпечить отримання напівфабрикатів і соусів з необхідними структурно-механічними та органолептичними властивостями, заданою фізіологічною дією. Як основу для композиції прийняли рецептуру соусу червоного основного № 1.365 (Shalimov et al., 2000). Для приготування соусу використовують коричневий бульйон, пасероване і розведене бульйоном борошно, пасеровані овочі (ріпчасту цибулю, моркву, петрушку) з томатним пюре, а також жир тваринний топлений. Соус основний червоний використовують для приготування похідних соусів і самостійно. Основний червоний соус подають до страв із натурального та котлетного м'яса, до шинки, сосисок; різновиди червоного соусу до смажених м'ясних страв. Багато соусів використовують для тушкування м'яса і овочів. На основі даного соусу готують цибулевий соус, соус червоний з цибулею і огірками, соус червоний з вином, соус з цибулею і грибами, соус червоний кисло-солодкий та широкий асортимент фірмових соусів.

Якість готового соусу з заданими функціональними властивостями значною мірою залежить від використаних інгредієнтів, які вводять до рецептури. Традиційно під час приготування соусів як загусник (емульгатор і стабілізатор) використовують борошно пшеничне вищого сорту. Однак таке

борошно має занижену харчову цінність, тому доцільно для збагачення виробу харчовими волокнами внести добавку зі слизів насіння льону, замінюючи при цьому борошно пшеничне [2]. Введення біологічно-активної добавки (БАД) “Ентерос” з насіння льону, хімічний склад якої представлений геміцелюлозами (80...83 %), білковою складовою (4,0...5,2 %) і мінеральними речовинами (1,5...2,5 %), рослинні фосфоліпіди для часткової заміни жиру тваринного в рецептурі.

Зразки соусу з заміною 50 % і 100 % борошна на полісахариди льону та з заміною 10 г тваринного жиру на рослинні фосфоліпіди.

1. Соус червоний основний – контроль;
2. Соус червоний з заміною 50 % борошна і 10 г жиру;
3. Соус червоний з заміною 100 % борошна і 10 г жиру.

Щоб отримати готовий виріб високої якості, необхідно вирішити питання про одержання соусу стабільної та однорідної консистенції, який би при подачі не розшаровувався. Тому доцільно дослідити зміну в'язкості соусів з внесенням добавок.

Однією з найважливіших характеристик структурно-механічних властивостей соусів, що визначає їх реологічний стан, є їхня в'язкість. В'язкість (η) визначає стан матеріалу і є мірою опору течії (внутрішнє тертя).. Як свідчать дані, при температурі 50 °С найбільшою в'язкістю володіє соус з повною заміною борошна на структуроутворювач полісахаридної природи, найменшою – контрольний зразок [3]. Так, при швидкості зсуву 0,3333 с⁻¹ в'язкість контрольного зразку становить 14,32 Па·с, зразка з заміною 50 % борошна і 10 г жиру та 100 % борошна і 10 г жиру відповідно 16,49 і 19,6 Па·с. Отже, можна констатувати, що соус з повною заміною борошна на рослинні полісахариди має густішу, більш в'язку консистенцію, що впливає на органолептичні властивості, порівняно з контрольним зразком. Підвищення ефективної в'язкості у зразках з заміною борошна обумовлено тим, що при внесенні добавки слизів льону до складу соусів вносяться розчинні полісахариди.

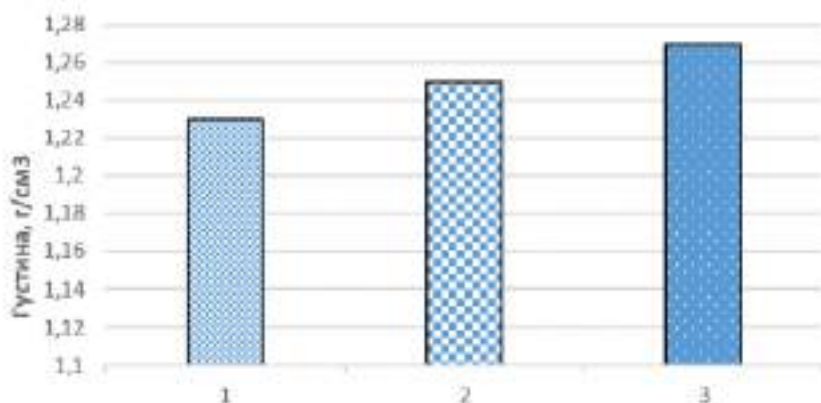


Рис. 1. Залежність густини соусів від маси добавки:

- 1 – контроль;
2 – з заміною 50 % борошна і 10 г жиру;
3 – з заміною 100 % борошна і 10 г жиру.

Занадто рідкі соуси здатні негативно впливати на основну страву, головним чином розм'якшуючи його, а також розтікатися по поверхні, при цьому втрачається первісна форма. Тому важливо дослідити вплив добавок на густину соусів.

Встановлено, що найбільш істотний синергічний ефект щодо інгібування процесів окиснення проявляє соус функціонального призначення, що, ймовірно, пояснюється тим, що один з інгібіторів обриває ланцюги окиснення, а інший – руйнує пероксиди [4]. Оскільки соуси значно впливають на органолептичні показники страв, то важливим завданням є визначити вплив добавок на споживчі властивості розроблених соусів.

Соуси за органолептичними показниками повинні відповідати вимогам відповідних стандартів.

При оцінці органолептичних показників соуси оцінюють за такими показниками: зовнішній вигляд (у тому числі й за кольором), консистенція, запах і смак. Зовнішній вигляд соусів – загальне зорове враження, яке на практиці має вирішальне фізіологічне і психологічне значення [5].

Соуси повинні мати вигляд однорідної маси, без плівок і жирних речовин на поверхні. Неоднорідна консистенція погіршує зовнішній вигляд страв і знижує смакові якості їжі, а поява плівок і жиру на поверхні негативно впливає на смак страви.

Висновки. Таким чином, введення до складу соусу червоного харчових волокон та рослинних фосфоліпідів дозволить значно розширити асортимент соусів та страв з функціональними властивостями на підприємствах харчової промисловості, буде цікавим для виробників безглютенової продукції, а також для відвідувачів з несприйняттям складових пшеничного борошна.

Список використаної літератури.

1. Пашнюк Л. В. Харчова промисловість України: стан, тенденції та перспективи розвитку. *Економічний часопис XXI*, 2012. №9(10) . С.60–63.
2. Хомич Г.П., Капрельянц Л.В. Вплив попередньої обробки ягід чорниці на вміст флавоноїдів у соку. *Наукові праці.ОНАХТ*. Випуск 38. Том 2. 2010. С.4–7.
3. Хомич Г. П. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР: монографія. Полтава : РВВ ПУСКУ, 2009. 159 с.
4. Ткаченко Н.А., Севастьянова О.В., Маковська Т.В. Жирозамінники вуглеводної та білкової природи в низькокалорійних соусах. *Продовольча індустрія АПК*, 2016, № 1-2. С. 18–22.
5. Маковська Т.В. Дослідження якості емульсії соусів, збагачених біокоректорами, *Наукові праці ОНАХТ*, 2017, Том 81, Випуск 2, С. 57–63.

Микола ШАЛАВІНСЬКИЙ,³⁰
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРАКЦІЙНИХ ОЛІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОХВИЛЬОВОГО ІНТЕНСИФІКАТОРА

***Анотація.** В праці використовувались інтенсифікування процесу екстрагування рослинних олій за допомогою мікрохвильового інтенсифікатора. Удосконалення технології екстракційних олій здійснювали за рахунок використання в якості розчинника етиловий спирт. Екстрагування олій проводили з насіння та жмиху льону та кунжуту. Метою дослідження було отримання поліпшених екстрагованих олій з олієвмісної сировини. В результаті експериментів із використанням інтенсифікатора процесу екстрагування «Модуль МХІ» отримано вміст токоферолів в 1,5-1,8 рази більший ніж у оліях отриманих традиційним методом. Зазначений результат пов'язаний із впливом переважаючих бародифузійних технологій, які суттєво стимулюють вихід крупних молекул та з'єднань із капілярно-пористої структури олійного насіння кунжуту та льону.*

***Ключові слова:** екстрагування, мікрохвильовий інтенсифікатор, токоферолі, олії рослинні*

***Annotation.** The work was based on the experience of intensifying the extraction of vegetable oils using a microwave intensifier. The technology of extraction oils was improved by using ethyl alcohol as a solvent. Oil extraction was carried out from flax and sesame seeds and cake. The aim of the study was to obtain improved extracted oils from oil-containing raw materials. As a result of experiments using the extraction process intensifier "Module MWI", the content of tocopherols was obtained 1.5-1.8 times higher than in oils obtained by the traditional method. This result is due to the influence of the prevailing barodiffusion technologies, which significantly stimulate the release of large molecules and compounds from the capillary-porous structure of sesame and flax oil seeds.*

***Keywords:** extraction, microwave intensifier, tocopherols, vegetable oils*

***Вступ.** Екстрагування широко застосовується в біохімії, харчовій промисловості, фармації та в інших галузях. Його використовують для отримання олій з рослин. Екстрагування – процес виділення (вилучення) одного або кількох компонентів із складної суміші за допомогою розчинника. Зазвичай*

¹⁴Науковий керівник – Коляновська Л.М., к. т. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

під час екстрагування використовують різницю в розчинності компонентів у різних середовищах.

Основні етапи екстрагування включають: вибір розчинника — він має добре розчиняти потрібну речовину, але мінімально взаємодіяти з іншими компонентами суміші; контактування розчинника з сумішшю — речовина розчиняється в обраному розчиннику; розділення фаз — відокремлення розчинника разом з екстрагованою речовиною від вихідної суміші.

Виклад основного матеріалу. Опираючись на праці [1-4] було встановлено, що вільні кислоти за даними досліджень складають 22...27 % від суми екстрактивних речовин. Методом тонкошарової хроматографії було встановлено, що вони представляють собою вищі жирні кислоти, склад яких визначали за допомогою методів газорідної хроматографії.

Усереднені результати ідентифікації жирокислотного комплексу вільних кислот екстракту представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняння вмісту масової частки жирних кислот

Масова частка жирних кислот (відносна), %	гексан	спирт
Тетрадеканова (C 14:0)	0,1	0,2
Пентадеканова (C 15:0)	0,1	0,1
Гексадеканова (C 16:0)	13,7	16,8
Гексадеценова (C16:1)	0,4	0,4
Гептадеканова (C 17:0)	0,1	0,1
Октадеканова (C 18:0)	3,0	3,5
цис 9-Октадеценова (c9-C 18:1)	24,0	25,0
цис 11-Октадеценова (c11-C 18:1)	1,43	1,3

Параметри експериментальних досліджень, що проводились на експериментальних установках стендах представлено в таблицях 2, 3.

Діапазон експериментальних досліджень, що проводився на стенді 2. (табл.2).

Таблиця 2

Діапазон експериментальних досліджень

Рослинна сировина	Вид сировини	Фракція	Гідромодуль	Температура, °C	Розчинник	Вплив поля імпульсної дії	Потужність, Вт	Час дослідження
Кунжут	Зерно	0,5 мм – ціле зерно	1:3	Від 12°C до температури кипіння розчинника	Спирт	В полі та без поля	127 Вт, 255 Вт, 425 Вт	Від 5 хв. до 24 год.
	Жмих	0,5 мм – 7 мм	1:3, 1:5, 1:10, 1:20					
Льон	Зерно	0,5 мм – ціле зерно	1:3					

Діапазон експериментальних досліджень на експериментальній напівпромисловій установці МХІ «Модуль» (табл. 3).

Таблиця 3

Діапазон експериментальних досліджень на експериментальній напівпромисловій установці МХІ «Модуль»

Зерно	Вид сировини	К-сть завантаження (кг)	Фракція (мм)	Гідромодуль	Температура, °С	Розчинники	Вплив поля імпульсної дії	Потужність, Вт	Час дослідження (хв.)
Кунжут	Зерно	2-5	0,5	1:3-1:4	Кипіння розчинників	Спирт	З опроміненням	800-1200	15-30
	Жмих								
Льон	Зерно								
	Жмих								

Основні фактори, що впливають на процес екстрагування – розмір фракцій сировини (d , мм), наявність та величина потужності (N , Вт) імпульсного електромагнітного поля (ЕМ поля), гідромодуль екстракту (ξ), температура (t , °С), час екстрагування (τ , с.), розчинники: спирт C_2H_5OH .

Насіння подрібнених олієвісних культур подається в бункер для твердої фази, звідки суміш подається в екстрактор (який оснащений захисним кожухом і проводить нагрівання екстракту до необхідної температури) (рис.1).

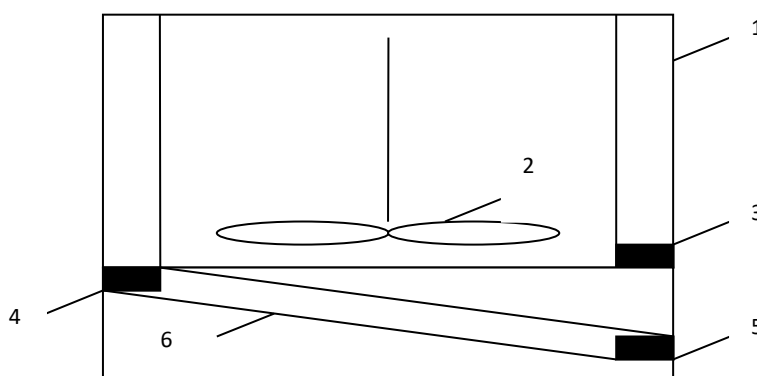


Рис. 1. Експериментальна установка екстрактора із МХІ:

1 – кожух; 2 – мішалка; 3 – датчик для вимірювання температури проміжного теплоносія; 4 – датчик для вимірювання температури на вході в МІ; 5 – датчик для вимірювання температури на виході із МІ; 6 – мікрохвильовий інтенсифікатор.

Дослідження зразків на відповідність вимогам «ДСТУ 2423-94 Олії рослинні. Виробництво. Терміни та визначення». (табл. 4).

Ефективність використання нестандартного для даного процесу полярного розчинника етилового спирту підтверджено результатами рідинної хроматографії високороздільної здатності, які показують, що під дією електромагнітного поля даний розчинник інтенсифікує виділення з насіння кунжуту та льону крім жирних кислот біологічно активних речовин, зокрема токоферолів C₂₉H₅₀O₂ (табл. 5).

Таблиця 4

Відповідність досліджуваних зразків олій вимогам державних стандартів України (ДСТУ)

Показники	Кунжутна олія (дослідні зразки)	ДСТУ 2423-94 Олії рослинні. Виробництво. Терміни та визначення	Льняна олія (дослідні зразки)	ДСТУ 2423-94 Олії рослинні. Виробництво. Терміни та визначення
Кислотне число, мг КОН/г	3,9...4,0	не більше 6,0	4,0...4,2	не більше 6,0
Масова частка вологи та летких речовин	0,24...0,25	не більше 0,25	0,19...0,2	не більше 0,2
Перекисне число, 1/SO ммоль/кг	8,9...9,0	не більше 10,0	9,1...9,3	не більше 10,0
Масова частка фосфоровмісних речовин в перерахунку на стеаролецитин, %	1,8...1,9	не більше 2,0	4...4,4	не більше 6,0

Таблиця 5

Вміст токоферолів у зразках кунжутної та льняної олій

Олія	Вміст загальних токоферолів після екстрагування в МХ інтенсифікаторі, мг%	Вміст загальних токоферолів після класичного екстрагування, мг%	Ізомерні форми, % загального вмісту токоферолів		
			α	β	γ+δ
Кунжутна	85...101	52...63	23	78	21
Льняна	176...191,3	144...157	24	65	18

Висновки. Отже, за результатами досліджень вміст токоферолів, у досліджуваних зразках олій, що отримали під впливом МХІ в 1,5-1,8 рази більший ніж у оліях отриманих традиційним методом. Зазначений результат пов'язаний із впливом переважаючих бародифузійних технологій, які суттєво стимулюють вихід крупних молекул та з'єднань із капілярно-пористої структури олійного насіння кунжуту та льону.

Список використаної літератури

1. Друкований М.Ф., Бандура В.М., Коляновська Л.М., Паламарчук В.І. Удосконалення теплотехнологій при виробництві олії та біодизельного повного. Монографія. Вінниця, РВВ ВНАУ, 2014. 254 с.

2. Коляновська Л.М. Удосконалення технології виробництва екстракції олії. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. К.: НУХТ, 2016. Том 22 №6. С.206-213.

3. Коляновська Л.М. Підвищення якості рослинних олій при екстрагуванні етиловим спиртом з інтенсифікацією надвисокочастотної енергії. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*, 2016. Том 18 № 1 (65). Ч. 4. С. 75-80.

4. Бандура В. М., Коляновська Л. М. Обробка експериментальних даних процесу екстрагування рослинних олій мікрохвильовим полем. *Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій*. Одеса: ОНАХТ, 2013. Вип. 43. Том 2. С. 66-69.

Микола ШРАМКО³¹,
студент 2 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРОЗИВА

***Анотація:** В статті представлені результати органолептичної оцінки якості пломбінного морозива, які реалізуються в торговельній мережі м. Вінниця. Проведено порівняння якості пломбінного морозива двох торгових марок, вироблених в Україні. Встановлено, що досліджуване морозиво відповідає вимогам нормативної документації.*

***Ключові слова:** якість, морозиво, пломбір, органолептична оцінка*

***Annotation:** The article presents the results of the organoleptic evaluation of the quality of frozen ice cream sold in the retail network of Vinnytsia. A comparison of the quality of frozen ice cream of two brands produced in Ukraine was made. It was established that the investigated ice cream meets the requirements of regulatory documentation.*

***Key words:** quality, ice cream, filling, organoleptic evaluation*

***Вступ.** Заморожений десерт (морозиво) – це солодкий збитий заморожений продукт, який виробляють за спеціальними рецептурами сумішей, що містять у визначених співвідношеннях складові частини молока та молочних*

³¹Науковий керівник – Овсієнко С.М., к. с.-г. н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

продуктів, плодово-овочеву сировину, сахарозу, стабілізатори, у деяких рецептурах – яечні продукти, смакові й ароматні речовини [1, 2].

Воно є одним із найулюбленіших продуктів населення, особливо дітей. Це пояснюється не тільки його високими смаковими якостями, а й великою харчовою і біологічною цінністю.

Сьогодні на споживчому ринку морозива України спостерігається гостра конкуренція між різними виробниками. Щорічно зростає асортимент морозива, покращується його якість, враховуючи потреби споживачів. Споживачі, купуючи морозиво, не задумуються про його склад та якість. Саме тому дослідження якості морозива провідних торговельних марок є на даний час досить актуальним.

У статті представлені результати досліджень якості морозива, що реалізується на споживчому ринку України, на відповідність вимогам чинного стандарту ДСТУ 4733:2007 «Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови» [3] щодо повноти споживчого маркування, органолептичних характеристик та фізико-хімічних показників.

Виклад основного матеріалу. В Україні щорічні обсяги виробництва морозива за останні роки досягають 110-130 тис. т/рік, що забезпечує споживання цього продукту на рівні 2,5-3,0 кг/рік на душу населення. У той же час, у країнах ЄС, США, Австралії, Канаді та Новій Зеландії цей показник більший у 5-7 разів.

Асортиментний ряд вітчизняного морозива в основному складає продукція з підвищеним вмістом жиру, але у світі з кожним роком зростає попит на низькокалорійне молочне морозиво з новими органолептичними та фізико-хімічними характеристиками [2].

Морозиво – це продукт, який одержують шляхом пастеризації, гомогенізації, збивання та одночасного заморожування багатокомпонентних десертних сумішей (молочних, комбінованих, плодово-ягідних або овочевих, ароматичних).

За переважанням попиту споживачів у різні пори року морозиво поділяють на групи літнього та зимового асортименту:

- літнє – в основному порційне;
- зимове – морозиво у крупній упаковці (торти, кекси, тістечка та рулети з морозива, морозиво сімейне, вагове).

За способом виготовлення морозиво поділяють на загартоване, м'яке та домашнє.

Загартоване морозиво – це збитий та заморожений до температури не вище мінус 12 °С продукт, що зберігає зазначену температуру при зберіганні та реалізації.

М'яке морозиво виготовляють в основному на підприємствах ресторанного господарства – в кав'ярнях, ресторанах, супермаркетах. М'яке морозиво має температуру від -5 до -7°С, а за консистенцією воно нагадує крем.

Домашнє морозиво виготовлюють у домашніх умовах з використанням компресійної холодильної шафи або морозильника.

Морозиво класифікують за різними ознаками: видом сировини та її вмістом; способом одержання; масовою часткою жиру; оформленням поверхні; видом фасування; масою порцій та ін.

Основною класифікацією вважають ту, що базується на хімічному складі морозива. Відповідно до «Типової технологічної інструкції з виробництва морозива молочного, вершкового, пломбір; плодово-ягідного, ароматичного, щибету, льоду; морозива з комбінованим складом сировини», морозиво традиційно поділяють за хімічним складом на наступні групи [4]:

- морозиво на молочній основі (молочне, вершкове, пломбір), що містить молочний жир у межах 0,5...20 %; до цієї ж групи відносять морозиво кисломолочне, яке виготовляють на основі кефіру, йогурту, сиру кисломолочного;
- морозиво з комбінованим складом сировини (з рослинними оліями), що містить жировий компонент від 0,5 до 15 %;
- морозиво плодово-ягідне та овоче (на плодовоовочевій основі);
- морозиво ароматичне (на основі цукрового сиропу), його інша назва – сорбет;
- щербет (на основі сумішей із молочної та плодовоовочевої сировини);
- сік (лід).

Не дивлячись на значну різноманітність асортименту, виробництво морозива з деякими змінами здійснюється по загальній технологічній схемі і складається з наступних операцій: приймання сировини, підготовка сировини, складання суміші, пастеризація суміші, гомогенізація, охолодження і дозрівання, фризювання суміші, фасування і загартовування морозива, упаковка і зберігання.

З метою оцінки якості було досліджено морозиво пломбір торгових марок «Хрещатик» і «Лімо».

Проведено аналіз повноти маркування досліджуваного морозива. Аналіз маркування зразків морозив показав, що на кожній із упаковок нанесено художньо оформлене маркування з чітким позначенням, яке легко читається.



Рис. 1. Морозиво пломбір

Морозиво 1965 пломбір Лімо з масовою часткою молочного жиру 12%. Виробляється у вафельному стаканчику 6,7% за ДСТУ 4733 «Морозиво молочне,

вершкове, пломбїр. Загальні технічні умови». Сировина: молоко коров'яче питне, масло вершкове, вода питна, молоко незбиране згущене з цукром (молоко знежирене, цукор, вершки, лактоза), цукор, борошно, пшеничне молоко знежирене сухе, стабілізатор крохмаль картопляний, система емульгатора і стабілізатора (моно-та дигліцериди жирних кислот ефіри пропіленгліколю і жирних кислот, гуарова камедь, камедь рожкового дерева), олія соняшникова, сіль кухонна, емульгатор лецитин соєвий, розпушувач сода харчова) ароматизатор ванілін. Може містити: ячні продукти, арахіс, фісташку, мигдаль, лісовий горіх.

Маса нетто: 75 г (мінус 4,5 г). Поживна цінність на 100 г продукту жири 11,6 г, з них насичені 7 г, вуглеводи 24 г, з них цукри 13 г, білки 4 г, харчові волокна 0,3 г, сіль 0,8 г, масова частка жиру в молочній частині продукту 12%. Енергетична цінність 906 кДж (217 ккал). Номер партії, дата «вжити до» зазначена на лицевій стороні упаковки. Зберігати за температури не вище мінус 18 °С.

Виробник ПрАТ Львівський холодокомбінат, адреса виробника та потужностей виробництва: вул. Повітряна, 2, м. Львів, 79025, Україна тел: +380(32)2673466,

Морозиво Хрещатик Пломбїр містить 15% жиру, виробляється у вафельному стаканчику виготовлене за ДСТУ 4733 «Морозиво молочне, вершкове, пломбїр. Загальні технічні умови». Маса нетто 100 г. Гранично допустиме від'ємне відхилення від маси нетто не перевищує 4,5 г.

Склад: питна вода, масло вершкове 17 %, цукор, молоко сухе знежирене, вафельний стаканчик 5%, (борошно пшеничне вищого сорту, олія соняшникова, сіль кухонна, розпушувач натрію дигідрокарбонат), суміш стабілізаторів та емульгаторів (моно-та дигліцериди жирних кислот, камедь рожкового дерева, гуарова камедь, карагінан), ароматизатор «Ваніль». Може містити незначну кількість арахісу, горіхів, сої. Без ГМО. Строк придатності та умови зберігання: 24 місяці за температури не вище мінус 18 °С.

Поживна цінність на 100 г продукту: жири 15 г, з них насичені 9,5 г, вуглеводи 22 г, з них цукри 19 г, білки 3,6 г, сіль 0,13 г. Енергетична цінність 983кДж (235 ккал).

Дата виготовлення, дата «вжити до» та номер партії зазначені на упаковці, Розморожений продукт не підлягає повторному заморожуванню.

Виробник ТОВ «Хладопром», адреса потужностей виробництва: вул. Хабарова, 1, м. Харків, 61099, Україна тел: +380577544440; ТОВ «ФМ Хладопром», вул. Ольги Олійник, 21, м. Сміла, Черкаська обл., 20700, Україна тел: +380473325225.

Органолептичними методами було досліджено зовнішній вигляд, структуру та консистенцію, смак і запах та колір морозива, які регламентуються ДСТУ 4733:2007 (табл. 1).

Таблиця 1

Вимоги до органолептичних показників

Показник	Характеристика показника	Метод випробування
Структура та консистенція	Однорідна. У молочному морозиві дозволено слабо сніжиста консистенція. без відчутних часточок цукру, сухих молочних продуктів, із вкрапленням часточок горіхів, арахісу, вафельної крихти й ін. при їхньому використанні.	Згідно з ДСТУ 4733:2007
Смак та запах	Чистий, характерний для даного виду морозива, без сторонніх присмаків і запахів.	Згідно з ДСТУ 4733:2007

Результати органолептичної оцінки якості пломбірного морозива наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Органолептичні показники якості пломбірного морозива

Зразок морозива пломбір	Органолептичні показники			
	структура	смак і запах	колір	консистенція
Норма за ДСТУ	Однорідна	Чистий, характерний для даного виду морозива, без сторонніх присмаків і запахів.	білосніжний	без відчутних грудочок жиру та стабілізатора
ТМ «Хрещатик»	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам
ТМ «Лімо»	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам	відповідають нормам

Як видно з таблиці 2, результати проведених досліджень показали, що органолептичні показники якості морозива ТМ «Хрещатик» та ТМ «Лімо» перебували в межах нормативних значень.

Висновки. Отже, в результаті проведення комплексної оцінки якості морозива пломбір поширених в Україні торговельних марок 1965 Пломбір та Хрещатик було встановлено, що всі зразки досліджуваного морозива відповідають вимогам ДСТУ за органолептичними показниками.

Список використаної літератури

1. Типова технологічна інструкція з виробництва морозива молочного, вершкового, пломбіру; плодово-ягідного, ароматичного, щербету, льоду; морозива з комбінованим складом сировини : ТТІ 31748658-1-2007 до ДСТУ 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007. [Чинна від 2008-01-01]. К.: Асоціація українських виробників «Українське морозиво та заморожені продукти», 2007. 100 с.

2. Сухенко Ю.Г., Поліщук Г.Є., Сарана В.В.. Наукове і технічне забезпечення виробництва морозива: монографія. Київ: НУБіП України, 2019. 299 с..

3. ДСТУ 4734:2007 Морозиво молочне, вершкове, пломбір. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 39 с.

4. Бартковський І. І., Поліщук Г. Є., Шарахматова Т. Є. Технологія морозива. К.: Фенікс, 2010. 248 с.

Віталій КОЛІСНИК³²,
магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСТЕРИЗАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ

***Анотація.** В роботі проаналізовані недоліки відомого обладнання для пастеризації молока, в результаті чого встановлено, що пластинчасті теплообмінники, які широко застосовуються в переробній промисловості є непридатними для теплової обробки молочних продуктів в умовах високих температур, через утворення на їх теплообмінних поверхнях шару коагульованого білка, що призводить до зниження теплової продуктивності апарату і порушення технологічного режиму.*

***Ключові слова:** пастеризація, пластинчастий теплообмінник, тепла продуктивність, технологічний режим*

***Annotation.** The disadvantages of the known milk pasteurization equipment have been analyzed, as a result of which it has been established that lamellar heat exchangers, which are widely used in the processing industry, are unsuitable for the heat treatment of dairy products in high temperatures, due to the formation of a coagulated protein layer on their heat exchange surfaces, which leads to a decrease in the thermal the productivity of the device and violation of the technological regime.*

***Key words:** pasteurization, plate heat exchanger, thermal productivity, technological mode*

***Вступ.** Процес термообробки переслідує дві мети: знищення патогенних мікроорганізмів для отримання продукту безпечного для споживання і максимальне зниження загального бактеріального обсіменіння молочних продуктів для підвищення їх стійкості при зберіганні. Проведені в цьому напрямі численні дослідження, а також досвід кращих виробників технологічного обладнання довели доцільність застосування підвищених температур*

³²Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

пастеризації (105 – 115 °С) як важливої умови отримання високоякісного продукту [1, 2, 3]. При виборі температурних режимів було враховано вплив температурних і часових параметрів процесу пастеризації вершків, як на ефективність інактивації патогенних організмів, так і на фізичні, а також органолептичні властивості продуктів які з них виробляються. Більш низька, ніж у молока, теплопровідність вершків обумовлює необхідність застосування підвищених температур для досягнення необхідного бактерицидного ефекту.

Виклад основного матеріалу. Високотемпературна пастеризація в потоці при 108 °С одночасно з максимальним бактерицидним ефектом дозволяє домогтися забезпечення характерних для традиційних видів масла смаку і запаху.

Високотемпературну пастеризацію при виробництві масла виконують в два етапи - попередній нагрів вихідних вершків і їх подальша обробка в режимі високих температур.

З успіхом використовуються компактні пластинчасті теплообмінники, що забезпечують можливість рекуперації до 90% витраченої енергії. Тому з метою ефективного енергозбереження прийнято рішення включити до складу установки пластинчастий теплообмінник- рекуператор фірми «Анкор-теплоенерго» виконаний відповідно до вихідних вимог і з урахуванням можливості його універсального застосування в різних технологічних схемах переробки вершків.

Серед розглянутих варіантів пастеризації вершків у виробництві масла найбільш доцільним виявилось застосування трисекційного теплообмінника-рекуператора.

У першій секції (I теплообмінника) здійснюється попередній нагрів вихідних вершків охолоджуваним вторинним знежиреним молоком (при виробництві масла перетворенням) або охолоджуваними вершками (при виробництві сметани). При цьому знежирене молоко охолоджується до температури зберігання (7 – 10°C), а охолоджені вершки - до температури внесення закваски (28 – 31°C) при виробництві сметани. У другій секції здійснюється додатковий нагрів вершків 35% гарячою водою. У третій секції (III рекуперації) здійснюється рекуперація тепла від пастеризованих та дезодорованих (при необхідності) вершків, до вершків, які прямують на високотемпературну пастеризацію. Конструктивне рішення теплообмінника має забезпечувати можливість введення додаткових технологічних операцій (дезодорацію, гомогенізацію) на певних стадіях теплової обробки вершків в залежності від вироблюваного кінцевого продукту.

Пластинчасті теплообмінники які широко застосовуються в переробній промисловості виявилися мало придатними для теплової обробки молочних продуктів в умовах високих температур. Утворення шару коагульованого білка на теплообмінній поверхні веде до зниження теплової продуктивності апарату і порушення технологічного режиму [4]. Необхідність розбирання пакета пластин для очищення поверхні теплообміну негативно впливає на безперервність процесу і на обов'язкову вимогу надійної герметичності системи каналів.

Відновлення режиму шляхом збільшення витрати робочого середовища і температурного напору економічно не вигідно, а часто і практично неможливо.

В результаті аналізу технологічних і конструктивних чинників, що визначають процес теплової обробки вершків, було прийнято рішення розробити нову конструкцію моделі апарата для високотемпературних режимів обробки вершків.

Такою моделлю стала розбірна конструкція скребково-пластинчастого пастеризаційного апарату (рис. 1), оптимально поєднуючи переваги пластинчастих і скребкових теплообмінників. При розробленні конструктивного рішення використовувався досвід, накопичений під час проектування пластинчастих скребкових маслоутворювачів.

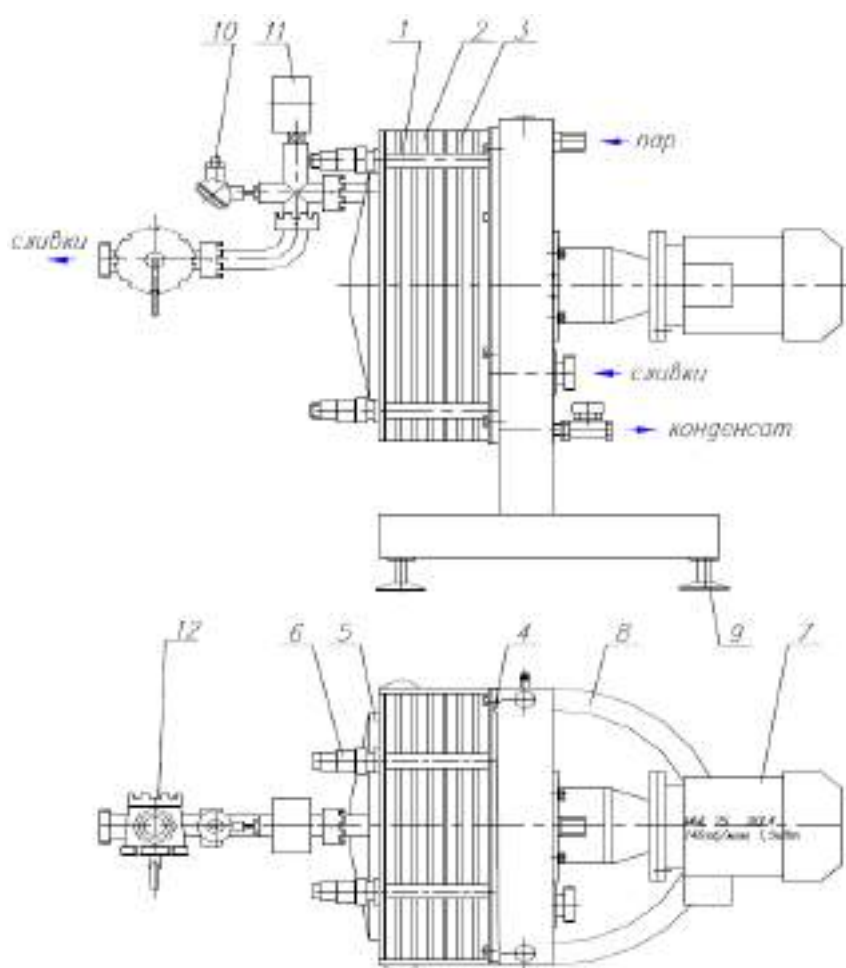


Рис. 1. Пластинчастий скребковий пастеризатор:

1 – штанга; 2 – пластина продуктова; 3 – пластина парова; 4 – плита опорна; 5 – плита натискна; 6 – гайка; 7 – мотор-редуктор; 8 – рама; 9 – опора; 10 – термометр-термовимір опору; 11 – манометр; 12 – кран двоходовий

Застосування скребків в кільцевому зазорі проходження продукту між паровими пластинами направлено на запобігання утворенню білкового пригару на робочій поверхні теплообмінної пластини. Основними перевагами такого пастеризатора є:

- обробка продукту в потоці;
- розвинена теплопередаюча поверхня;

- невеликі габарити і питома металоємність;
- мінімальна ймовірність утворення пригару;
- ефективна система миття та дезінфекції без розбирання пакета пластин.

Впровадження цих рішень в розробку нового пастеризатора забезпечує його найкращими умовами підтримки стабільної ефективності при високих температурах пастеризації з мінімальним часом витримки. Конструктивні особливості пастеризатора захищено патентом України № 19630 U [5]. Останнім часом в вдосконалених і модернізованих пастеризаторах вирішені проблемні питання пов'язані з довговічністю використання колекторних пристроїв.

Дуже часто вершки містять небажані речовини, які обумовлюють дефекти смаку і запаху. Вони мають низьку температуру кипіння і досить повно видаляються в процесі вакуумдезодорації. Тому введення дезодоратора до складу установки було враховано при проектуванні.

З огляду на існуючі проблеми застосування високотемпературних режимів, фахівцями інституту виконано науково-конструкторська робота, спрямована на інтенсифікацію пастеризаційних процесів і зниження їх енергоємності. Вирішальними факторами у виконанні цих завдань стала конструкція пастеризатора [5, 6] і його гідродинамічні характеристики, які повинні забезпечити мінімальні енергетичні витрати, стабільну та ефективну пастеризацію.

Дослідження гідродинамічних і теплообмінних процесів виконувалися на експериментальній моделі пастеризатора методом локального теплового моделювання, який здійснювався за умов гідродинамічної подібності модельного і реального процесів на базі відділу масло- та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН України ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». Геометрична подібність забезпечувалася реальними розмірами основних елементів експериментальної моделі скребкового пастеризатора. Дослідження теплообміну виконували відомим методом з безпосереднім вимірюванням температури теплообмінної стінки. Витрати енергії визначали одночасно з дослідженням теплообміну [7].

Система керування забезпечує роботу установки в автоматичному режимі в якому здійснюються такі функції: керування електродвигунами насосів, скребкового пастеризатора і клапанами установки; автоматичне регулювання температури пастеризації і повернення недопастеризованих вершків. Також системою управління здійснюється ряд інформаційних функцій шляхом контролю, реєстрації, а також світлових і звукових сигналів. Прилади контролю і регулювання, світлова сигналізація і захист електродвигунів розміщені в пульті керування.

Температура вершків протягом всього процесу пастеризації фіксується реєструючим приладом. У разі падіння температури пастеризації вершків нижче встановленої, спрацьовує клапан перемикання потоків, і недопастеризовані вершки повертаються в бак для повторної пастеризації.

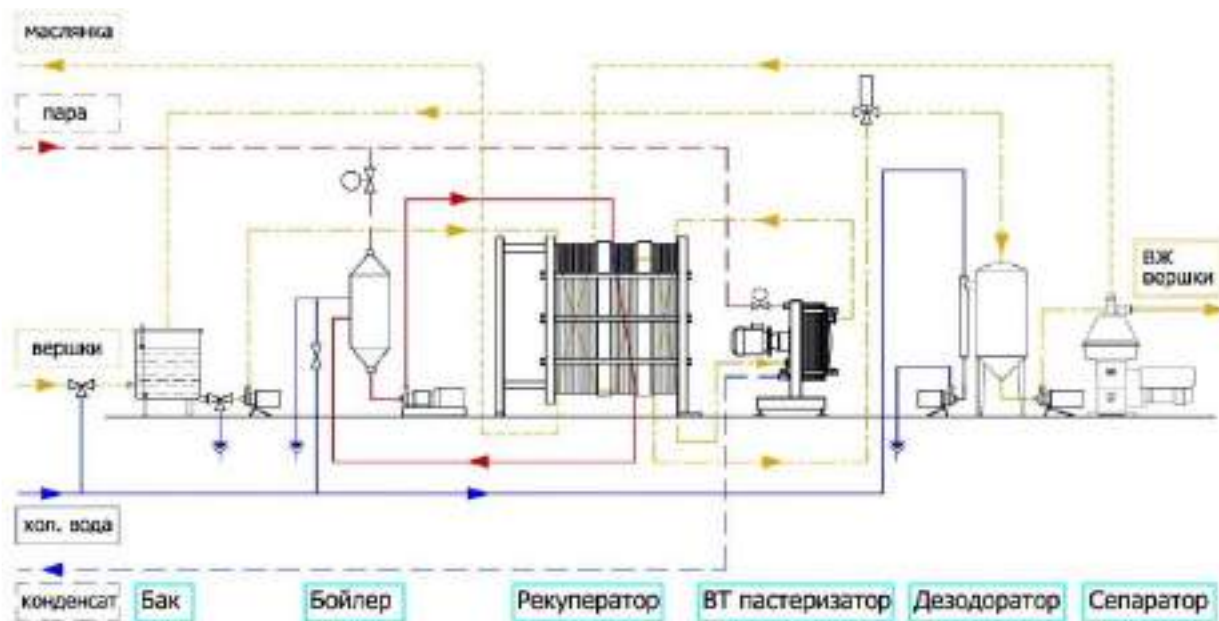


Рис. 2. Технологічна схема ділянки теплової та вакуумної обробки вершків 35% жирності в процесі виробництва масла або сметани



Рис. 3. Установа високотемпературної пастеризації вершків та жирових сумішей

Мийка установки здійснюється в автоматичному режимі. Устаткування виконано в блоковому варіанті і розміщується на одній рамі.

Створення блоку з'єднаних між собою основних і допоміжних одиниць обладнання, які забезпечують узгодження окремих етапів технологічного процесу, значно спрощує монтаж, наладку і обслуговування обладнання, а також знижує витрати підприємств на цих етапах.

Технічні характеристики установок представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики установок

№	Основні параметри	Я5-ОВП-1	Я5-ОВП-2	Я5- ОПС-5
1	Продуктивність, л/год.	1500	2500	5000
2	Початкова температура вершків, °С	4...6		40±1
3	Температура пастеризації, °С	108 ± 2		105±3
4	Тиск пари, МПа, не більше	0,25		
5	Температура вершків на виході, °С:			50±2
	- метод перетворення	12 ± 2		
	- метод сколочування	75 ± 2		
	- у виробництві сметани	30 ± 2		
6	Коефіцієнт рекуперації	0,65		
7	Потужність електродвигунів, кВт	3,0	5,5	6,5
8	Габаритні розміри, мм: довжина	2300		
	ширина	1100		
	висота	2100		
9	Площа установки, м ²	2,5		2,6
10	Маса, кг	1600	1800	1125

Під час роботи установки забезпечили згідно з паспортними даними безперервну пастеризацію молочно-жирових сумішей при 105 – 108 °С охолодження їх до температури нормалізації перед процесом маслоутворення.

Висновки. Проведено дослідження існуючих проблем у використанні пластинчастих теплообмінників для пастеризації молочних продуктів при високих температурах. Встановлено, що утворення коагульованого білка на поверхнях теплообміну знижує продуктивність і порушує технологічний режим, що робить такі пристрої непридатними для ефективної обробки жирових продуктів.

На основі проведеного дослідження запропоновано нове рішення скребково-пластинчастий пастеризатор, який об'єднує переваги пластинчастих і скребкових теплообмінників. Його використання дозволяє уникнути пригару, забезпечити високу енергоефективність і підтримувати стабільні технологічні режими при високих температурах. Автоматизація процесу та можливість інтеграції додаткових функцій, таких як дезодорація, сприяє покращенню якості кінцевого продукту та зниженню витрат.

Список використаної літератури

1. Куций В., Янович В., Гурич А., Любин Н. Обґрунтування оптимального режиму стерилізації м'ясних паштетів. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol. 18. №8. С. 15-21.
2. Hevko R. V., Yazlyuk V. O., Liubin M. V., Tokarchuk O. A., Klendii O. M., Pankiv V. R. Feasibility study of mixture transportation and stirring process in continuous-flow conveyors. INMATEH – Agricultural Engineering, 2017. Vol. 51. No. 1. С. 49 – 58.
3. Єрошенко С. І., Майборода Ю. В. Конструктивні особливості скребкових пастеризаційних апаратів. Вісник аграрної науки, 2013. №6. С. 56-59.
4. Гунько І. В., Майборода Ю. В., Зозуляк І. А. Універсальне енергозберігаюче пастеризаційне обладнання для виробництва жирових продуктів. *Техніка, енергетика та транспорт АПК*. 2018. № 3. С. 26-33.
5. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: навч. посібник / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева / За ред. к.т.н. О.В. Гвоздєва. Суми: Довкілля, 2004. 420 с.
6. Сухенко Ю.Г., Сарана В.В., Сухенко В.Ю. Технологічне обладнання та лінії молокопереробних підприємств: [Навч. посібник] / За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. К.: НУБіП України, 2013. 658 с.
7. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств / І.Г. Бабанов, О.М. Гавва, О.І. Бабанова, І.В. Житнецький, С.П. Ястреба. К.: Видавництво «Сталь», 2018. 794 с.

Сніжана ЖУЧЕНКО³³

магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШРОТУ АБРИКОСОВИХ КІСТОЧОК НА ЯКІСТЬ ТІСТА З ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

Анотація. В роботі досліджено вплив шроту абрикосових кісточок (ШАК) на якість тіста з пшеничного борошна. Особлива увага приділяється кількості та якості клейковини у тісті, що містить різні дози ШАК (3%, 5% і 7%). Виявлено, що збільшення частки ШАК знижує вміст клейковини та зменшує розтяжність тіста. Дослідження показали, що використання шроту абрикосових кісточок зменшує кількість вуглекислого газу під час бродіння тіста та питомий об'єм виробів. Органолептичний аналіз вказує, що часткова заміна борошна на ШАК до 5% незначно впливає на якість булочних виробів.

³³ Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Ключові слова: шрот, абрикосові кісточки, пшеничне борошно, хліб, якість

Annotation. *The paper examines the influence of apricot kernel meal (APM) on the quality of wheat flour dough. Special attention is paid to the amount and quality of gluten in dough containing different doses of SAC (3%, 5% and 7%). It was found that an increase in the proportion of SAC reduces the gluten content and reduces the stretchability of the dough. Studies have shown that the use of apricot kernel meal reduces the amount of carbon dioxide during dough fermentation and the specific volume of products. Organoleptic analysis indicates that the partial replacement of flour with SAC up to 5% has little effect on the quality of bakery products.*

Key words: meal, apricot pits, wheat flour, bread, quality

Вступ. Хлібопекарське виробництво країни характеризується наявністю динамічної системи, яка знаходиться в постійному розвитку. Динаміка розвитку хлібопекарського виробництва включає в себе наукове, технічне, інформаційне і організаційне забезпечення.

Перед галуззю стоїть важливе завдання по забезпеченню населення у достатній кількості якісними продуктами виробництва та по створенню можливостей з метою організації здорового харчування.

Сучасні виробники прагнуть впроваджувати у виробництво інноваційні технології, прогресивні наукові розробки. Завдяки таким інноваціям, останнім часом почало розвиватися виробництво заморожених хлібобулочних виробів, виробництво органічних хлібобулочних виробів тощо. Це значно розширило можливості виробників, дозволило урізноманітнити асортимент та постачати заморожені вироби в різні частини країни та за її межі.

Сучасний споживач велику увагу приділяє санітарно-гігієнічним умовам зберігання виробів. Реагуючи на потреби споживачів, виробники все частіше постачають свою продукцію у торгові точки в нарізаному та упакованому вигляді.

Поряд з позитивними тенденціями розвитку, в хлібопекарській галузі спостерігаються і негативні аспекти, які гальмують розвиток виробництва. Гальмування розвитку виробництва відбувається через проблеми в машинобудівному комплексі, на фоні старіння основних фондів, невпорядкованості на ринку сировини і т.п.

Виклад основного матеріалу. Проблема нестачі білка для України стоїть особливо гостро, оскільки вона спостерігається не менше як у 25% населення. Дефіцит білків та амінокислот негативно відбивається на стані здоров'я, на працездатності, а також і на тривалості життя.

Головним завданням харчової промисловості сьогодні є розроблення та виробництво таких продуктів харчування, які є збалансованими, мають визначені властивості і призначенні як для масового споживання, так і для окремих груп споживачів. Серед найбільш вживаних продуктів харчування є

хлібобулочні вироби, які є висококалорійними, добре засвоюються і займають близько 30% харчового раціону людини.

Для визначення впливу шроту абрикосової кісточки (ШАК) на кількість і якість клейковини відмивали клейковину з тіста, що не містило шроту, та з тіста, що містило різне дозування шроту. Відмивання клейковини проводили над ситом під проточною водою температурою 18-20 °С. Результати дослідження представлено у табл.1.

Таблиця 1

Вплив ШАК на кількість і якість клейковини.

Показник	Контроль	Дослідні зразки з ШАК		
		3%	5%	7%
Кількість сирої клейковини, %	24,8	24,1	23,8	23,2
Розтяжність клейковини, см	18	17	14	11

Встановлено, що заміна борошна пшеничного шротом абрикосової кісточки у тісті сприяє зниженню в ньому вмісту клейковини. При внесенні у тісто 3% шроту вміст клейковини знижується на 2,8%, а при додаванні 5% шроту – на 4%. Найменше клейковини містив зразок з 7% шроту, що на 6,5 % менше, ніж у0 контролі.

Клейковина усіх зразків тіста мала середню розтяжність, що свідчить про гарну її якість за даним показником.

Зменшення кількості клейковини у тісті, що містить ШАК, викликано зменшення кількості гліадину та глютеніну, які формують клейковину тіста. Це пов'язано з тим, що ШАК не містить клейковинних білків, які здатні утворювати тісто.

Пшеничне тісто є складною, гетерогенною, лабільною колоїдно-дисперсною системою. Його механічні властивості визначаються співвідношенням і властивостями основних високомолекулярних (білок, крохмаль) і низькомолекулярних (цукор, амінокислоти, жири) сполук. У тісті активно протікають різноманітні фізико-хімічні та біохімічні процеси, які змінюють його структуру і механічні властивості. Ці зміни залежать від якості борошна та сировини, яка входить в рецептуру виробів. Тому було доцільно дослідити вплив ШАК на структурно-механічні властивості тіста.

Споживчі властивості хлібобулочних виробів залежать, насамперед, від хлібопекарських властивостей борошна, таких як сила борошна.

Від сили борошна залежить здатність утворювати тісто, яке має певні структурно-механічні властивості. За силою борошно поділяють на сильне, середнє та слабке. Борошно за силою за показником розпливання кульки із 100 г тіста протягом 3 год ферментації (мм) є: сильним до 83, середнім – 84...96, слабким від 97.

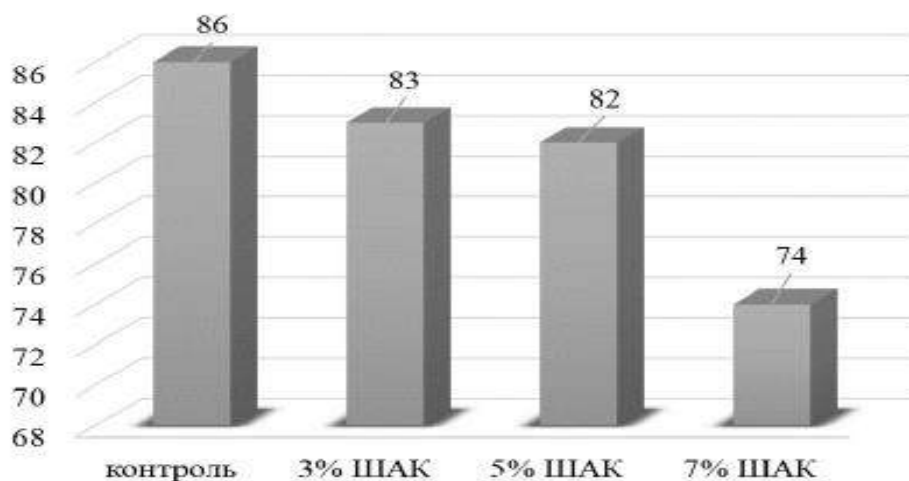


Рис. 1. Розпливання кульки тіста

Результати дослідження вказують на те, що внесення ШАК укріплює тісто. Тісто стає меншим здатним до збільшення об'єму тістової заготовки. При дозуванні 3, 5 та 7% ШАК у тісто розпливання кульки тіста було на 3,5, 4,7 та 14 % меншим, порівняно з контролем.

Дозрівання тіста зумовлюється глибокими змінами у вуглеводно-амілазному комплексі борошна, інтенсивність яких залежить від якості борошна, способу тістотворення, рецептурних компонентів та харчових добавок, що внесені в тісто з тією чи іншою метою.

Для визначення впливу ШАК на інтенсивність спиртового бродіння в тісті робили висновок за методикою швидкості спливання кульки тіста.

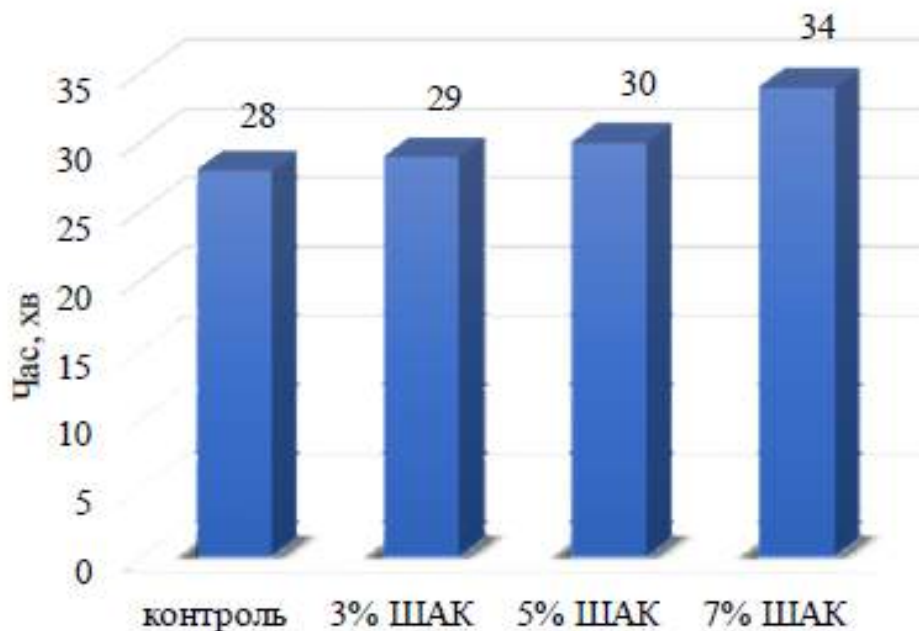


Рис. 2. Вплив ШАК на підймальну силу тіста

Аналіз результатів досліджень показав (рис. 2), що у разі використання ШАК кількість виділеного вуглекислого газу в тісті зменшується, що спостерігаємо за швидкістю спливання кульки тіста. Так, швидкість зпилвання кульки тіста зростає за умови внесення 3% – на 3,6 % порівняно з контролем, 5%

– на 7 %, а 7% – на 21 %. Це, можливо, пов'язано зі зниженням живлення дріжджів, яке зменшується за рахунок додавання ШАК. Оскільки шрот містить менше цукрів, ніж борошно пшеничне.

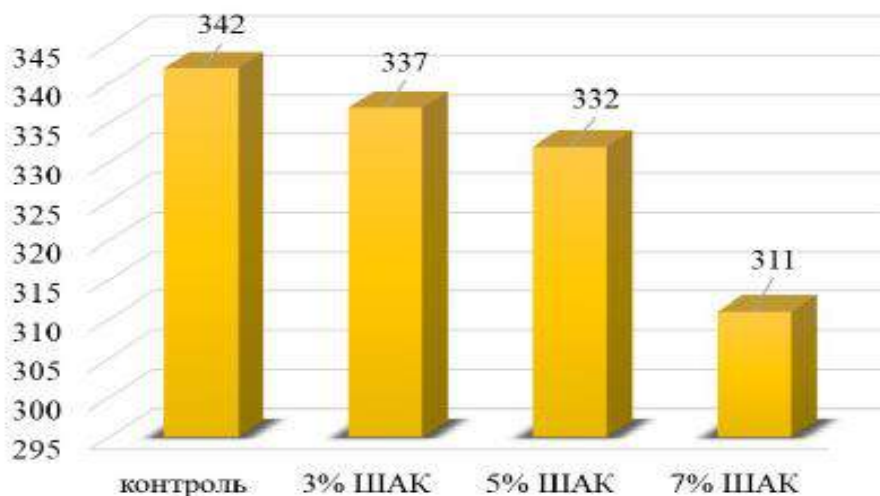


Рис. 3. Вплив ШАК на питомий об'єм тіста

Питомий об'єм виробу вказує на співвідношення його об'єму до маси. Цей показник є не лише технологічно значимим, але й впливає на споживчі властивості готового виробу.

Встановлено, що зі збільшенням дозування ШАК до рецептури виробу його питомий об'єм зменшується, так, за умови внесення 3% – на 1,5 % порівняно з контролем, 5% – на 3,0 %, а 7% – на 9 %.

Результати дослідження органолептичних показників булочних виробів представлено у табл. 1.2-1.5.

Таблиця 2

Органолептичні показники контрольного зразка

Контрольний зразок	Показник	Характеристика
	Правильність форми	Булочка з помітно випуклою верхньою скоринкою
	Колір скоринки	Світлий
	Стан поверхні скоринки	Досить гладенька, глянцева, без тріщин і підривів
	Структура пористості	Пори дрібні тонкостінні, розподілені рівномірно



Смак і аромат

Властивий булочним виробам

Таблиця 3

Органолептичні показники булочки з 3% ШАК

Булочка з 3% ШАК	Показник	Характеристика
	Правильність форми	Булочка з помітно випуклою верхньою скоринкою
	Колір скоринки	Світло-коричневий
	Стан поверхні скоринки	Досить гладенька, глянцева, без тріщин і підривів
	Структура пористості	Пори дрібні тонкостінні, розподілені рівномірно
	Смак і аромат	Властивий булочним виробам

Таблиця 4

Органолептичні показники булочки з 5% ШАК

Булочка з 5% ШАК	Показник	Характеристика
	Правильність форми	Булочка з помітно випуклою верхньою скоринкою
	Колір скоринки	Світло-коричневий

	Стан поверхні скоринки	Гладенька, глянцева, без тріщин і підривів, з включеннями добавки
	Структура пористості	Пори дрібні тонкостінні, розподілені рівномірно, помітні включення добавки
	Смак і аромат	Властивий булочним виробам, з присмаком добавки

Таблиця 5

Органолептичні показники булочки з 7% ШАК

Булочка з 7% ШАК	Показник	Характеристика
	Правильність форми	Булочка з помітно випуклою верхньою скоринкою
	Колір скоринки	Коричневий
	Стан поверхні скоринки	помітні пухирці, невеликі тріщини, без підривів
	Структура пористості	Пори дещо ущільнені, розподілені рівномірно, помітні включення добавки
	Смак і аромат	Властивий булочним виробам, з інтенсивним присмаком добавки

Органолептичний аналіз дослідних зразків вказує на те, що часткова заміна борошна пшеничного на ШАК до 5% незначно впливає на якість виробів, і споживачі цінності таких виробів відповідають нормі. Використання ШАК на рівні вище 5% призводить до отримання хліба з меншим об'ємом, темнішою скоринкою та темнішим кольором м'якушки, ніж булочки з пшеничного борошна.

Висновки. Проведено аналіз літературний джерел і встановлено, що проблемою харчової галузі є розроблення харчових продуктів, які забезпечать

організм повноцінними білками, які містять відповідну кількість незамінних амінокислот. Вивчено вітчизняний та світовий досвід збагачення хлібобулочних виробів повноцінним білком. Обрано сировину – шрот абрикосової кісточки, як джерело повноцінного білка, для збагачення булочних виробів.

Досліджено вплив ШАК на якість тіста і встановлено, що у разі використання ШАК швидкість спливання кульки тіста збільшується. Так, за умови внесення 3% – на 3,6 % порівняно з контролем, 5% – на 7 %, а 7% – на 21 %. При внесенні у тісто 3% шроту вміст клейковини знижується на 2,8%, а при додаванні 5% шроту – на 4%. Найменше клейковини містив зразок з 7% шроту, що на 6,5 % менше, ніж у контролі.

Встановлено, що зі збільшенням дозування ШАК до рецептури виробу його питомий об'єм зменшується, так, за умови внесення 3%, 5% та 7% – на 1,5, 3% та 9% відповідно по відношенню до контрольного зразка.

Органолептичний аналіз дослідних зразків вказує на те, що часткова заміна борошна пшеничного на ШАК до 5% незначно впливає на якість виробів, і споживачі цінності таких виробів відповідають нормі. Використання ШАК на рівні вище 5% призводить до отримання хліба з меншим об'ємом, темнішою скоринкою та темнішим кольором м'якушки, ніж булочки з пшеничного борошна.

Список використаної літератури

1. Бажай-Жежерун, С. А., Береза-Кіндзерська, Л. В., & Тогачинська, О. В. (2021). Підвищення харчової цінності хліба шляхом збагачення його рослинною білкововмісною сировиною. URL.: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5c1b3ba2-0702-4a94-80ae-c6537d78afa7/content>

2. Голуб, Л. С., & Левченко, Є. П. (2021). Нові функціональні харчові продукти з використанням нетрадиційної сировини. URL.: <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/download/120/3264/6901-1?inline=1>

3. Дробот, В. І., Сорочинська, Ю. С., & Грищенко, А. М. Перспектива збагачення безглютенових хлібобулочних виробів казеїном. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25. № 5. С. 117-124.

4. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ: Логос; 2002. 365 с.

5. Дробот В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: навч. посіб. / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньева, О.А. Білик та ін. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.

6. Єгоров Б., Мардар М. Стан харчування населення України. *Товари і ринки*. 2011. № 1. С. 140-147.

7. Калина В. С., Гола А. В. Макаронні вироби на основі клітковини гречаної *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення у сучасних технологіях*. 2018. № 45 (1321). С. 160-165.

Олександр КОЦЮБИНСЬКИЙ³⁴,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОЛОДКИХ БІЛКІВ У ВИРОБНИЦТВІ МАРМЕЛАДУ СПЕЦІАЛЬНОГО ДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація. Мармелад та інші солодоці завжди асоціюються з одним спільним фактором - високим вмістом цукру. Він не тільки підвищує рівень глюкози в крові, але й сприяє розвитку карієсу, що робить ці продукти проблемними для споживачів. Це не тільки обмежує кількість тих, хто хоче безпечно споживати ці ласощі, не завдаючи шкоди своєму здоров'ю, а й тих, хто не може вживати їх по стану здоров'я. Тому харчова промисловість стикається з важливим викликом, який при його вирішенні дозволить нівелювати негативний вплив на здоров'я споживачів та підвищувати доступність мармеладних кондитерських виробів для людей із діабетом. Основною метою наукової статті є дослідження можливостей повної заміни цукру в мармеладі шляхом використання стабільних солодких білків, таких як бразеїн і міракулін.

Ключові слова: мармелад, стабільні солодкі білки, бразеїн, міракулін

Annotation. Marmalade and other sweets are always associated with one common factor - high sugar content. This not only raises blood glucose levels but also contributes to the development of dental caries, making these products problematic for consumers. This limitation affects not only those who want to safely enjoy these treats without harming their health but also those who cannot consume them due to health conditions. Therefore, the food industry faces a significant challenge: how to mitigate the negative impact on consumers' health and increase the availability of marmalade products for people with diabetes. The main objective of this scientific paper is to explore the possibilities of completely replacing sugar in marmalade by using stable sweet proteins such as brazzein and miraculin.

Key words: marmalade, stable sweet proteins, brazzein, miraculin

Вступ. Малорухливий спосіб життя й неправильне харчування стали ледь не основною складовою сучасного способу життя, які негативно впливають на загальний стан здоров'я населення. В останні десятиліття спостерігається зростання випадків цукрового діабету, який став однією з основних причин

³⁴Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

смертності в розвинених країнах. Цей ендокринний розлад характеризується хронічним підвищенням рівня глюкози в крові, що може бути викликане порушенням функції інсуліну або розвитком резистентності до нього [1].

Надмірне споживання цукру також пов'язане з іншими проблемами, такими як карієс. Часте споживання цукровмісних продуктів сприяє розвитку бактерій в ротовій порожнині, які виробляють кислоти, що руйнують зубну емаль [3]. Це може призвести до карієсу й інших стоматологічних проблем, що є додатковою причиною для зменшення цукру в раціоні.

Для людей, які дотримуються спеціальних дієт, розробляються функціональні продукти з особливим складом. Вони можуть бути низькокалорійними, безглютеновими, безлактозними або спеціально адаптованими для людей із певними захворюваннями. Ці продукти допомагають збалансувати раціон і досягти поставлених дієтичних цілей. Продукти спеціального дієтичного призначення можуть бути адаптовані для людей із певними медичними станами, такими як діабет [4]. Для діабетиків, наприклад, важливо, щоб продукти мали низький глікемічний індекс або не містили додаткового цукру, що допомагає контролювати рівень глюкози в крові [2]. Вони також можуть містити компоненти, які підтримують метаболізм глюкози або покращують загальний стан здоров'я. Дієтичні продукти для діабетиків розробляються з урахуванням особливих харчових вимог і медичних рекомендацій, що робить їх корисними для підтримки здоров'я та контролю захворювання.

Це підкреслює необхідність термінових заходів для боротьби з цим захворюванням та зниження його впливу на здоров'я населення. У цьому контексті одним із шляхів боротьби з цукровим діабетом є систематичне зменшення цукру в харчових продуктах. Незважаючи на позитивні кроки в цьому напрямку [5], ми ще не досягли того переламного моменту, який дозволив би людям із діабетом повністю насолоджуватися витонченими кондитерськими виробами. Однак, розробка і впровадження нових підходів, таких як повна або часткова заміна цукру в кондитерських виробках, вселяє надію, що вирішення цієї проблеми – лише питання часу [6].

Виклад основного матеріалу: Солодкі білки – це особливий клас білків, які володіють природною солодкістю.

Бразеїн є найбільш термостійким і рН-стабільним білком. Він складається з 54 амінокислотних залишків, у 2000 разів солодший сахарози і є доступним низькокалорійним підсолоджувачем. Був виділений із плодів африканської рослини пентадипландри. На основі бразеїну дикого було вироблено 25 мутантів для ідентифікації критичних ділянок, важливих для солодкості [7]. Він також дуже добре розчиняється у воді (> 50 мг/мл) і добре переносить нагрівання.

Міракулін – це глікопротеїн, отриманий із плодів чагарника, який росте у Західній Африці (*Synsepalum dulcificum* або *Puteria dulcifica*). Він сам по собі не має солодкого смаку. Коли смакові рецептори контактують із міракуліном, цей білок зв'язується з рецепторами солодкості. Це призводить до того, що кислі продукти, такі як цитрусові, сприймаються як солодкі. Ця властивість робить

міракулін ідеальним кандидатом для використання в дієтичних продуктах, оскільки він може забезпечити солодкий смак без додавання цукру. Ефект може тривати від однієї до двох годин [8].

Завдяки своїй стабільній структурі міракулін і бразеїн можуть бути оптимальною сировиною для створення продуктів спеціального дієтичного призначення. Солодкі білки вирізняються своїм унікальним механізмом дії. Вони здатні взаємодіяти з особливими смаковими рецепторами вищих приматів, зокрема людей, відомими як T1R2 і T1R3, що відповідають за сприйняття солодкого смаку. Так звані рецептори наявні у більшості вищих приматів, що пояснює їхню здатність відчувати солодкий смак від таких білків. Проте горили є винятком, оскільки через генетичну мутацію їхні смакові рецептори працюють інакше, і вони не здатні сприймати солодкий смак так, як інші примати. Навіть при взаємодії з солодкими білками, такими як бразеїн чи міракулін, горили не відчують солодощів. Це можна пояснити еволюційними змінами в їхній дієті, яка здебільшого складається з листя, а не солодких фруктів чи інших джерел цукрів [9].

Незважаючи на те, що можливість солодких білків були відомі людству вже досить давно, лише відносно нещодавно розпочалися зусилля щодо їх масштабування та сертифікації. Також не варто забувати, що отримання сертифікації для білків є вкрай складною й важливою справою. Адже не слід забувати, що найсмертоноснішою отрутою на планеті є ботулотоксин, який, як і пріон, являє собою білок та може бути надзвичайно небезпечним. Одним із першопроходців у цій галузі можна назвати Об'єднані Арабські Емірати (ОАЕ), які зробили значний прорив у масовій сертифікації та включенні бразеїну до складу різних харчових продуктів. Проактивний підхід ОАЕ проклав шлях для ширшого комерційного застосування солодких білків, демонструючи їхній потенціал як заміника цукру в різноманітних харчових виробках. Навіть США активно розвивають напрямок використання солодких білків, таких як бразеїн. Техаські компанії Prodigene і Nectar Worldwide були серед ліцензіатів патентів Wisconsin Alumni Research Foundation на бразеїн і впровадили його за допомогою методів генної інженерії в кукурудзу. Такий бразеїн можна комерційно видобувати з кукурудзи звичайним методом помелу: з приблизно однієї тонни кукурудзи отримують 1-2 кілограми бразеїну. Цей білок також можна інтегрувати по їх методиці в інші сільськогосподарські культури, такі як пшениця, для виробництва попередньо підсолоджених зерен, що може використовуватись для виробництва готових до споживання продуктів, таких як зернові сніданки.

Однак значну увагу також заслуговує Японія, яка відіграла важливу роль у вивченні, сертифікації та використанні солодкого білка міракуліну. В Японії міракулін випускається у вигляді таблеток і його застосування виходить за межі типових підсолоджувачів. Міракулін використовується як заміник цукру в газованих напоях, пропонуючи здоровішу альтернативу звичайним солодким напоям. Крім того, цей білок знайшов своє місце в ресторанах високої кухні. Шеф-кухарі в закладах високого класу використовують міракулін для

підсилення або зміни смаку страв, дозволяючи створювати унікальні гастрономічні враження.

Інновації Японії у цій сфері демонструють універсальність солодких білків, таких як міракулін, оскільки їх можна використовувати не лише як прямий замітник цукру, але й як інструмент для зміни смакових відчуттів від продукту. Це відкриває широкі можливості й для кулінарної творчості, особливо в сфері високої кухні. Зростаючий інтерес до солодких білків, разом із зусиллями таких країн, як ОАЕ та Японія, свідчить про перспективне майбутнє для більш широкого використання бразеїну, міракуліну та подібних білків у комерційній харчовій промисловості та спеціалізованій гастрономії. Але такі інвестиції та інтерес не могли б бути залучені, якби виробництво солодких білків не можна було масштабувати відповідно до глобальних проблем. До винайдення стабільних білків, таких як бразеїн і міракулін, вкладати великі кошти в подібні проекти вважалося недоцільним і ризикованим. Однак після їх відкриття основною проблемою стало масштабування виробництва бразеїну, яке залишалося складним і дорогим завданням. Лише з появою технології синтезу бразеїну за допомогою генетично модифікованих мікроорганізмів, як дріжджі вдалося відкрити нові можливості для масового виробництва цього білка. Це не лише значно здешевило процес, але й створило так зване "вікно Овертона" для інноваційних методів використання солодких білків у харчовій промисловості.

Тепер можливості цих білків можуть охоплювати значно ширші сфери застосування, від дієтичних продуктів і напоїв до спеціалізованих харчових добавок для людей із певними захворюваннями, зокрема діабетом. Технологія синтезу відкрила шлях для досліджень та інновацій, які раніше здавалися недосяжними, сприяючи створенню більш здорових альтернатив традиційним підсолоджувачам та вирішуючи глобальні проблеми, пов'язані з надмірним споживанням цукру.

Оскільки ці білки продовжують здобувати визнання, ймовірно, що інші країни також долучаться до цього процесу, розширюючи застосування солодких білків та стимулюючи їхнє впровадження як стійких, низькокалорійних заміників цукру. Ця тенденція свідчить про глобальні зусилля щодо зменшення споживання цукру та пов'язаних із ним ризиків для здоров'я, водночас задовольняючи попит споживачів на інноваційні та корисні харчові продукти.

І так, ми маємо продукти спеціального дієтичного призначення, які здатні значною мірою вирішити проблеми не лише діабету, карієсу та шкідливих вуглеводів, але й відкривають нову нішу в кондитерській промисловості, зокрема у виробництві мармеладу.

Це дозволить значно розширити кількість споживачів, оскільки продукти спеціального дієтичного призначення стануть доступними не лише для людей із захворюваннями, такими як діабет чи ожиріння, а й для всіх, хто прагне здорового харчування та зниження споживання цукрів. Таким чином, ми маємо продукти, здатні вирішити проблеми не лише діабету, карієсу та шкідливих вуглеводів, але й відкриваємо нову нішу в кондитерській промисловості, зокрема у виробництві мармеладу.

Процес глікації є однією з ключових причин раннього старіння шкіри, патологій серцево-судинної системи, розвитку остеоартриту, катаракти та порушень функцій нирок. Особливо загрозливим є те, що у фруктози ця здатність в сім разів вища, ніж у глюкози. Введення інноваційних підсолоджувачів на основі бразеїну або міракуліну в кондитерські вироби, такі як мармелад, може кардинально змінити ситуацію. Це дозволить не тільки знизити споживання шкідливих вуглеводів, але й уникнути негативних наслідків, пов'язаних із глікацією білків, забезпечуючи здоровіший склад продуктів та зменшуючи ризики для здоров'я. З економічної точки зору, впровадження таких білків у свою продукцію створює значні переваги для підприємств. По-перше, це дасть можливість залучити нові ринки, зокрема людей, які шукають функціональні та здорові продукти.

По-друге, зниження використання традиційних підсолоджувачів, таких як цукор і фруктоза, може зменшити витрати на сировину, а також знизити ризики підвищення податків на цукровмісні продукти, які стають все більш поширеними в різних країнах [9]. Згідно з даними графіків 1 і 2, це дійсно може допомогти скоротити витрати на виробництво мармеладу шляхом заміни цукру бразеїном і міракуліном. Оскільки бразеїн у 2000 разів солодший за цукор, а міракулін у 400 разів, для досягнення такої ж солодкості потрібно значно менше бразеїну і міракуліну, що зменшує витрати на сировину.



Рис. 1. Графік співвідношення бразеїна й цукру

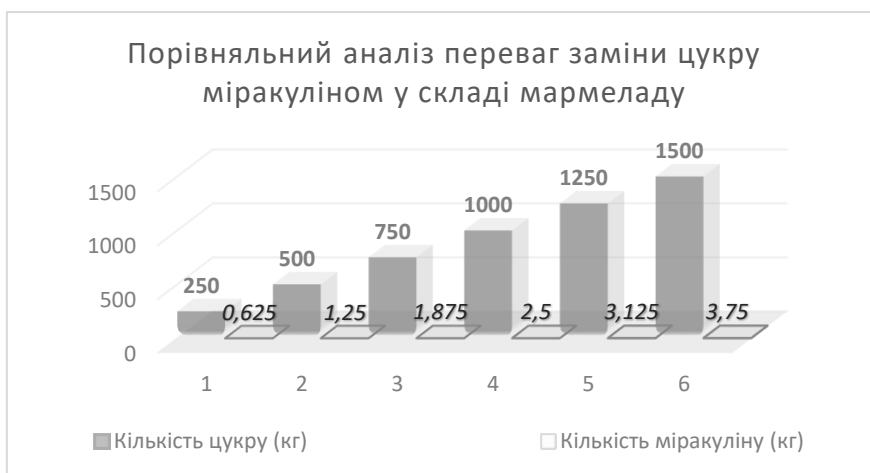


Рис. 2. Графік співвідношення міракуліна й цукру

Міракулін і бразеїн не залишають неприємного присмаку, як це може бути з деякими іншими підсолоджувачами. Він, окрім того, поступово розкриває солодкість, змінюючи смакові відчуття, що дозволяє краще відчутти смак продуктів. Це може позитивно вплинути на споживчий досвід і якість продукції.

Зменшення обсягу сировини також може спростити логістику і знизити витрати на упаковку та транспортування продукту. Це забезпечить економічні переваги для виробників, зокрема зменшення витрат на зберігання та покращення ефективності ланцюга постачання. Це також відкриє можливості для отримання інвестицій та грантів у сфері здорового харчування, а також покращить імідж компанії як виробника екологічно чистих і корисних продуктів.

Висновки. Використання функціональних інгредієнтів, таких як міракулін і бразеїн, дозволяє значно вдосконалити виробництво кондитерських виробів, зокрема мармеладу. Ці інгредієнти забезпечують високу солодкість і специфічні властивості, що сприяють задоволенню фізіологічних потреб людини в харчуванні, незалежно від лікарських обмежень у споживанні цукровмістних продуктів. Крім того, застосування міракуліну й бразеїну допомагає розширити клієнтську базу, зменшити ймовірність виникнення карієсу та знизити витрати на виробництво.

Список використаної літератури

1. Щеголь І. М. Цукровий діабет. *Науковий вісник ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет» імені І. Я. Горбачевського*. 2019. С. 52–54.

2. Цукровий діабет. World Health Organization (WHO). URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes> (дата звернення: 18.09.2024).

3. Шемета О. О., Дожук К.М. Функціональне харчування, новий підхід до здорового способу життя. *Ліки України*. 2015. Т. 1, № 186. С. 26–29.

4. Матяс Д. С., Камбулова Ю. В., Дорохович А. М., Мандзюк І. В. Оптимізація рецептурного складу желейного мармеладу з пониженим вмістом цукру. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2018. Т. 24, № 4. С. 121–132.

5. Ліщенко І., Поліщук В. Білки-підсолоджувачі, як альтернатива вуглеводам. *Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва*: Міжнар. науково-практ. конф., м. Біла Церква, 18 квіт. 2024 р. Біла Церква, 2024. С. 32–34.

6. Ming D., Hellekant G. Brazzein, a new high-potency thermostable sweet protein from *Pentadiplandra brazzeana* B. *FEBS Letters*. 1994. Vol. 355, № 1. P. 106 – 108.

7. Demeter D. Mirakulin. Faculty of Science. Department of Chemistry: doctoral dissertation. Zagreb, 2023.

8. Guevara E. E. Potential arms race in the coevolution of primates and angiosperms: brazzein sweet proteins and gorilla taste receptors. *American Journal of Physical Anthropology*. 2016. Vol. 161, no. 1. P. 181–185.

9. В Україні буде податок на Coca-Cola, Живчик і Fanta: це не ноу-хау, навіть його вводять. Zaborona. URL: <https://zaborona.com/v-ukrayini-bude-podatok-na-coca-sola-zhyvchuk-i-fanta-cze-ne-nou-hau-navishho-jogo-vvodyat/> (дата звернення: 18.09.2024).

Анастасія ЧЕМЕС³⁵,
студентка 2 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

БІФІДОБАКТЕРІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ФЕРМЕНТАТИВНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

***Анотація.** Якісне харчування є одним з головних факторів забезпечення здоров'я людини. Споживачі починають все більше уваги приділяти функціональним продуктам харчування, тобто їх здатності зменшувати загрозу захворювання людини найбільш поширеними хворобами цивілізації - діабетом, серцево-судинними, алергією, шлунково-кишковими. Пріоритетною проблемою можна вважати створення принципово нових технологій, глибокої комплексної переробки сировини у продукти високої якості, які мають оздоровчий вплив на організм людини, забезпечують профілактику аліментарно-залежних станів і захворювань, сприяють усуненню дефіциту білків, вітамінів, мікро- і макроелементів, інших есенціальних речовин. Цим вимогам відповідають продукти з функціональними інгредієнтами, біологічно активними добавками та інші групи. За допомогою харчової комбінаторики можна послабити негативні впливи зовнішнього середовища завдяки проектуванню і конструюванню харчових продуктів не лише безпечних для людини, але й таких, що захищають його генетичні структури.*

***Ключові слова:** функціональні продукти, харчова цінність, пробіотики, біфідобактерії*

***Annotation.** High-quality nutrition is one of the main factors in ensuring human health. Consumers are beginning to pay more and more attention to functional food products, that is, their ability to reduce the threat of human disease with the most common diseases of civilization - diabetes, cardiovascular, allergy, gastrointestinal. A priority problem can be considered the creation of fundamentally new technologies, deep complex processing of raw materials into high-quality products that have a health-improving effect on the human body, provide prevention of food-dependent conditions and diseases, contribute to the elimination of protein, vitamin, micro- and*

³⁵Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

macroelements, and other essential substances deficiency . Products with functional ingredients, biologically active additives and other groups meet these requirements. With the help of food combinatorics, it is possible to reduce the negative effects of the external environment thanks to the design and construction of food products that are not only safe for humans, but also protect their genetic structures.

Key words: *functional products, nutritional value, probiotics, bifidobacteria.*

Вступ. До найбільш масових функціональних продуктів харчування на молочній основі відносяться насамперед пробіотичні кисломолочні продукт, які сприяють підтримці і відновленню мікробної екології людини. Спостерігається динамічне зростання об'ємів виробництва і розширення асортименту кисломолочних напоїв з їх високою харчовою цінністю, а також дієтичними, лікувальними та смаковими властивостями [1].

Пробіотики призначені для лікування і профілактики певних захворювань, які обумовлені порушенням нормальної мікрофлори кишково- шлункового тракту. Класичними пробіотиками є молочнокислі мікроорганізми і біфідобактерії, які широко використовуються в якості біологічно активних компонентів при виробництві харчових продуктів і фармацевтичних препаратів. Біфідобактеріям належить провідна роль в підтримці і нормалізації мікробіоценозу кишківника. До корисних властивостей біфідобактерій відноситься здатність ефективно засвоюваності лактози, синтез вітамінів, стимулювання імунної системи, зниження рівня холестерину в крові, а також антиканцерогенний ефект. Таким чином, біфідобактерії продукують велику кількість різноманітних біологічно активних з'єднань – медіаторів, які приймають участь у підтримці здоров'я споживачів [3].

Молочнокислі культури володіють достатньо високою лактазною активністю порівняно з іншими мікроорганізмами. Крім того встановлено, що внаслідок дії на молочний цукор ферменту β -галактозидази, утворюються продукти, які підвищують активність біфідобактерій і стимулюють їх розвиток [2].

Із молочнокислих мікроорганізмів найбільший лактозброджуючий потенціал мають термофільні молочнокислі стрептококи. Фермент β -галактозидаза термофільного стрептокока найбільш активно здійснює гідроліз лактози молока, проявляючи високу активність при рН 6,7. Тому привиробництві кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями бажано використовувати штами термофільного стрептококу для стимулювання розвитку біфідобактерій.

Антагоністична активність лактобактерій обумовлена продукуванням перекису водню, молочної і оцтової кислот, метаболітів, які знижують рН середовища. Позитивний вплив лактобактерій на здоров'я людини визначається тим, що вони синтезують вітаміни групи В і К, незамінні амінокислоти, біологічно активні речовини (БАР), покращують засвоєння лактози, знижують вміст холестерину у крові, проявляють імуномодельную, антимутагенну і антиканцерогенну активність. Чисті культури *Str. termophilus* зброджують

галактозу гліколітичним шляхом з утворенням L(+) ізомеру молочної кислоти. Глюкоза, яка утворюється при ферментному гідролізі лактози, не утилізується даними мікроорганізмами і залишається у продукті .

Виклад основного матеріалу. Велика кількість кисломолочних продуктів вміщує антибіотичні речовини, які утворюються внаслідок метаболічної активності мікроорганізмів, таких як ацидофільні палички, біфідобактерії, молочнокислі і вершкові лактококи. Ефект їх дії пов'язаний з придушенням або затримкою росту збудників кишкових захворювань, стафілококів, туберкульозних паличок. Біфідобактерії у стаціонарній фазі росту виділяють стійкі до нагрівання антибіотичні речовини, активні при рН 6,8. У зв'язку з широким використанням антибіотиків в медицині, наростанням стресових факторів, погіршенням екологічної обстановки, яка може призвести до придушення нормальної мікрофлори кишечника, значно підвищилась роль біопродуктів з пробіотичними культурами у харчуванні людини [8].

Існує значна кількість біотехнологічних принципів отримання ферментованих молочних продуктів. До основних відноситься конструювання комбінацій і консорціумів заквасок із мікроорганізмів і бактеріальних концентратів, які забезпечують біфідогенний фактор і кількість життєздатних клітин мікроорганізмів в 1 см (г) на рівні 10^{10} , в тому числі не менше 40 % біфідобактерій. Біологічна цінність пробіотичних кисломолочних продуктів обумовлена не тільки компонентним складом сировини, але і корисною мікрофлорою, яка використовується при їх виготовленні. До пробіотиків, які найбільш часто використовуються, відносяться *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, пропіоновокислі і біфідобактерії [5].

В'язкі раси термофільного *Streptococcus thermophilus* і мезофільного *Lactococcus cremoris*, які входять до складу концентратів, в процесі розвитку створюють в'язкий полісахарид, який дозволяє отримати готовий продукт в'язкої консистенції без відокремлення сироватки при зберіганні. На основі мікроорганізмів різних видів компанія «Christian Hansen» (Данія) розробила і впровадила у виробництво закваски прямого внесення (глибокозаморожені і ліофілізовані) для ферментування продуктів у вигляді монокультур і консорціуму мікроорганізмів. На їх основі розроблено нові кисломолочні продукти – сметана, сир, ряжанка, кисляк, йогурт, кефір з тривалим строком зберігання. В цих кисломолочних продуктах в комплексі з молочнокислими мікроорганізмами використовуються пробіотичні культури, в першу чергу біфідобактерії і ацидофільні палички, які являються найбільш значущими представниками мікрофлори кишечника людини і позитивно впливають на функції організму, а продукти, до складу яких вони входять, відносяться до функціональних [4].

Використання заквасок прямого внесення дозволяє розширити випуск ферментованих продуктів високої якості без додаткових витрат на приготування материнської і виробничої заквасок.

В теперішній час відомо більше 20 видів біфідобактерій. Основу мікрофлори людини складають *B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B.*

Brevei, B. infantis. Вид *B. Bifidum* виявляється у здорових людей всіх вікових груп. У дітей, які вживають грудне молоко, *B. bifidum* виявлено у 70 % досліджених, у дітей 4-6 річних до 40 %. Вид *B. Longum* також характерний для дітей і дорослих і виділяється у дітей першого року життя у 40-60 %, у дітей старшого віку і дорослих людей у 70-75 %, у людей похилого віку у 30 % [3].

Тому *B. bifidum*, *B. Longum*, які використовувались у полікомпонентній заквасці, рекомендують для виробництва молочних продуктів всіх вікових груп населення. Використання розробленої полікомпонентної закваски на основі лакто- і біфідобактерій при виробництві молочних продуктів дозволяє отримати більш стійкий терапевтичний ефект, а також розширити асортимент пробіотичних молочних продуктів для людей різних вікових груп.

Вченими України проведено досконалий аналіз і обґрунтовано склад заквашувальних композицій для виробництва функціональних молочних продуктів, визначено закономірності спільного культивування чистих та змішаних культур біфідобактерій з мезофільними молочнокислими лактококами, дана оцінка антоганістичних властивостей заквашувальних композицій для виробництва молочних продуктів функціонального призначення.

На основі експериментальних і теоретичних досліджень розроблено науково обґрунтовані технології ферментованих молочних напоїв – кефіру, кисляку і йогурту діабетичного призначення без використання цукрозамінників. Встановлено технологічні параметри – режими гомогенізації, ферментації і зберігання, які забезпечують виробництво високоякісної продукції з пробіотичними і антиоксидантними властивостями. Створюючи продукти, які вміщують живі клітини біфідобактерій з певним лікувально-профілактичним ефектом на організм людини, неможливо підібрати один штам, який міг би одночасно володіти оздоровчим ефектом та ефективно інгібувати ріст кишкових паличок, проявляти антиалергенну активність [1]. Для прискорення технологічного процесу отримання продукту і збільшення строку зберігання біфідобактерій у життєдіяльному стані рекомендується їх комбінувати з іншими мікроорганізмами, насамперед з культурами, які мають високу кислотоутворюючу і виражену протеолітичну активність - ацидофільною паличкою і термофільним стрептококом. В змішаній культурі слід підтримувати необхідне співвідношення штамів, а також отримувати в готовому продукті не менше $1-10^6$ КУО/г життєздатних клітин біфідобактерій.

Таким чином отримання молочних продуктів функціонального призначення засновано на використанні полікомпонентних заквасок з високою біохімічною активністю, багатоконпонентні закваски більш стійкі до несприятливих факторів середовища і мають більш високу активність порівняно з заквасками, виготовленими на монокультурах. Важливо, щоб використані культури були біологічно сумісні і стійкі до антибіотиків. Сумісне використання антибіотиків і антибіотикостійких штамів мікроорганізмів сприяє ефективному відновленню нормальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Останніми роками зростає інтерес до кисломолочних продуктів, які вміщують пробіотики і пребіотики. В якості пробіотиків часто використовують біфідобактерії і молочнокислі мікроорганізми роду *Lactobacterium*. Вони здатні продукувати ферменти, вітаміни та інші біологічно активні речовини. Велику роль відіграють біфідогенні фактори - пребіотики, які стимулюють ріст і розвиток пробіотиків, зокрема біфідобактерій.

Перспективним напрямком є створення продукції на молочній основі, яка володіє синбіотичними властивостями. Синбіотик це фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт, який є комбінацією пробіотиків і пребіотиків, які взаємно посилюють дію на фізіологічні функції і процеси обміну речовин в організмі людини. Використання синбіотиків дозволяє стимулювати ріст мікрофлори людини і покращити виживання бактеріальних добавок, які вносяться в шлунок. Вживання кисломолочних продуктів і харчових добавок, отриманих на їх основі, є найбільш ефективним способом терапії дисбактеріозу [4].

В теперішній час пошук і впровадження у виробництво компонентів природного походження є перспективним методом у створенні симбіотичних продуктів, які володіють одночасно технологічною і фізіологічною функціональністю. До них відносяться розчинні харчові волокна, які в раціоні харчування сучасної людини представлені недостатньо.

Здатність харчових волокон позитивно впливає на корисну мікрофлору кишківника, посилює бактеріальну ферментацію, проявляє адсорбуючий ефект впливу на оболонку шлунково-кишкового тракту. Ферментативна активність більшості штамів біфідобактерій при вирощуванні чистих культур коров'ячому молоці дуже низька, внаслідок чого складаються умови для розвитку сторонньої мікрофлори. До пребіотиків відносять цілий ряд різноманітних за будовою, природою і властивостям речовин [7].

В якості біфідогенних факторів використовують лактулозу, гідролізат казеїну, сироваткові білки, дріжджовий екстракт, екстракт моркви, олігосахариди. Лактулоза відноситься до потужних пребіотиків, які стимулюють ріст розвитку біфідобактерій та широко використовуються як профілактичний і терапевтичний засіб при цілому ряд захворювань. Специфічність дії лактулози полягає у тому, ще вона не гідролізується ферментами травлення і не адсорбується у верхніх відділках шлунково-кишкового тракту людини.

Органічні кислоти, які утворюють біфідобактерії, пригнічують розвиток патогенної мікрофлори кишківника. Встановлено, що лактулоза покращує функцію товстої кишки, активізує імунітет, сприяє засвоєнню кальцію, синтезу вітамінів і важливих для організму біологічно активних речовин [5].

Токсикологічними і клінічними дослідженнями виявлено наявність синергетичних медико-біологічних ефектів при використанні лактулози спільно з іншими компонентами їжі, зокрема з розчинними нерозчинними харчовими волокнами, які надходять в організм людини з рослинною їжею. Крім того, лактулоза пригнічує дію гнилісної мікрофлори кишківника і робить її більш доступною для подальшої дії лізоциму [6].

До нових напрямків концепції створення синбіотичних молочних продуктів відноситься використання синергетичних пребіотиків. Встановлено, що підвищити пробіотичні властивості біоїогуртів можливо за рахунок використання чистих культур *Bifidobacterium adolescentis* фруктози як біфідогенного фактору у складі розроблених заквасочних композицій. Розроблено умови адаптації і виживання чистих або змішаних заквашувальних культур *Bifidobacterium* кислому середовищі біоїогуртів.

В якості біфідостимулятора доцільно використовувати також сухий концентрат топінамбуру, до складу якого входять інулін і поліфруктозанін. Завдяки вмісту фруктози, інуліну, різних мінеральних компонентів, вітамінів, пектинових речовин топінамбур являється цінною речовиною для харчової промисловості. Вуглеводи топінамбуру, які представлені фруктозою і її похідними, становлять до 60 % від маси сухих речовин [8].

Висновки. До складу білків топінамбуру входять всі незамінні амінокислоти. Використання топінамбуру нормалізує вуглеводний і жировий обмін, сприяє зниженню концентрації глюкози в крові, що дуже важливо для людей хворих на цукровий діабет та порушення обміну речовин. Важливою особливістю топінамбуру є посилення імунізаційної функції організму, очищення від радіонуклідів, важких металів.

Список використаної літератури

1. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Димитрієвич Л. Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів : навч. посібн. Київ : Університетська книга, 2019. 441 с.
2. Сирохман І. В. Якість і безпечність харчової продукції традиційних та інноваційних технологій: підручник. Львів: Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2020. 504 с.
3. Соломон А. М. Сучасні напрямки досліджень традиційних кисломолочних продуктів. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С.137–145.
4. Соломон А. М., Берник І. М. Бондар М. М. Значення функціональних кисломолочних напоїв в дієтичному та профілактичному харчуванні. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 16. С. 180–191.
5. Соломон А. М., Бондар М. М. Заквашувальні культури у молочній промисловості. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5. С. 99–108.
6. Соломон А. М., Новгородська Н. В. Бондар М. М. Перспективні напрямки виробництва кисломолочних ферментованих продуктів з синбіотичними властивостями. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С. 22–33
7. Соломон А. М., Новгородська Н. В., Бондар М. М. Кисломолочні десерти з подовженим терміном зберігання : монографія. Вінниця : РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.
8. Чагаровський В. П. Молочна промисловість України (минуле, сьогодення та майбутнє). *Молочна промисловість*. 2005. № 6 (21). С. 5–10.

Юлія БАРАНОВА³⁶,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

МОЛОКО ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРУ ТА ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОКА

***Анотація.** Сироваріння – одне з найскладніших харчових виробництв. У цій галузі високі вимоги пред'являються до сировини-молока. Хімічний склад, фізичні властивості та мікробіологічні показники молока, що надходить на переробку, є вирішальними факторами, що визначають сиропридатність сировини, тобто її здатність до згортання та утворення згустку необхідної щільності. Молоко, що використовується для виробництва сиру має відповідати вимогам ДСТУ та принципам HACCP.*

***Ключові слова:** молоко, сири, якість, показники, хімічний склад, сиропридатність*

***Annotation.** Cheese making is one of the most complex food industries. In this field, high demands are placed on raw milk. The chemical composition, physical properties, and microbiological parameters of the milk sent for processing are decisive factors that determine the syrupability of the raw material, that is, its ability to coagulate and form a clot of the required density. Milk used for the production of cheese must meet the requirements of DSTU and HACCP principles.*

***Keywords:** milk, cheeses, quality, indicators, chemical composition, syrupiness*

***Вступ.** Молоко – це біологічна рідина, до складу якої входять вода, білки, жири, молочний цукор, фосфатиди, стерини, солі органічних кислот, мінеральні речовини, мікроелементи, вітаміни та інші.*

Виробництво молока в Україні – складний технологічний процес, що включає низку послідовних операцій для отримання безпечного, якісного та поживного продукту. Починається з приймання молока-сировини та ретельного контролю якості за вимогами ДСТУ. Україна має потужний потенціал у виробництві різноманітної молочної продукції – на неї високий попит як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках [1].

Виробництво твердих сирів в Україні у 2023 році становило близько 89 тис. тонн, що менше порівняно з попереднім роком (106,5 тис. тонн). Експорт твердих сирів збільшився на 22%, досягнувши 984 тонн, а основними ринками збуту були Казахстан і Молдова.

³⁶Науковий керівник – Новгородська Н.В., к.с.-г.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Мета роботи – узагальнити вимоги до молока як сировини для виробництва сиру.

Виклад основного матеріалу. Формування органолептичних показників сирів великою мірою залежить від хімічного складу, фізико-хімічних властивостей та стану складу мікрофлори молока. У свою чергу, ці показники визначаються станом здоров'я тварин, раціонами їх годування, вмістом у молоці білків, жиру, мінеральних речовин, мікроелементів, якісним та кількісним складом мікрофлори молока, наявністю в ньому домішок аномального молока, антибіотиків, миючих та дезінфікуючих засобів, здатністю згортатися під дією молокозгортаючих ферментів, біологічною повноцінністю та іншими показниками [2].

Для загальної характеристики сировини у сироробстві запроваджено термін сиропридатність молока. При розгляді сиропридатності молока рекомендує враховувати наступні критерії: хімічний склад (білка і казеїну), фізико-хімічні властивості (щільність, сичужно-бродильна проба) і бактеріальну обсімененість (редуктазна проба, домішка аномального молока, наявність маслянокислих бактерій).

Склад та властивості молока залежать від цілого ряду факторів зоотехнічного та технологічного походження. До основних з них відносяться стадія лактації, стан здоров'я тварин, раціони їх годівлі, умови утримання худоби та отримання молока, порода та інші фактори [3].

Великих збитків молочної промисловості завдає переробки так званого аномального молока. Особливо від цього страждає сироробство. Під аномальним розуміється молозиво, стародійне молоко та молоко, отримане від корів, хворих на мастит. Захворювання корів маститом призводить до зміни складу та властивостей молока. У ньому збільшується вміст сироваткових білків, імуноглобулінів, лізоциму, натрію, хлору, ліпази та деяких інших.

Молоко, отримане від корів хворих на мастит, містить підвищену кількість соматичних клітин (понад 500 тисяч клітин на 1 см³). Вироблення сиру з такого молока наводить погіршення якості продукту. У ньому з'являються вади смаку та запаху (гіркий, затхлий), консистенції (груба) та малюнка (рваний, щілинний). Крім того, переробка маститного молока призводить до зменшення виходу сиру з одиниці сировини.

Для визначення домішок аномального молока у збірному молоці, а також наявності у ньому соматичних клітин є відповідні методи контролю.

Склад та властивості молока, а також продуктивність корів нерозривно пов'язані з раціональною годівлею. В даний час вважається встановленим, що на кількість молока та його склад впливає не специфічність якогось одного корму в раціоні, а сума всіх компонентів, що зумовлюють енергетичну та фізіологічну цінність раціону, а також нормальний обмін речовин в організмі. Неповноцінне годування, яке не відповідає нормі за енергетичною цінністю, а також недолік у раціоні білка, вітамінів, мінеральних речовин може призвести до зниження молочної продуктивності та зміни складу та властивостей молока.

Вважається, що для сироробства найбільше придатне молоко виходить при утриманні худоби на високогірних пасовищах. Повноцінний ботанічний склад цих пасовищ дозволяє отримати молоко, що має всі властивості, необхідні для виробництва сирів з високою температурою другого нагрівання хорошої якості.

Найбільшу небезпеку для сирів становлять бактерії. Особливо вони небезпечні для сирів з високою температурою другого нагрівання. Переробка на сир молока, що містить бактерій, призводить до отримання продукту низької якості.

Слід звернути увагу на можливість попадання в молоко не специфічних для нього речовин, що різко знижують його якісні. Сюди відносяться забруднення молока антибіотиками, залишками миючих та дезінфікуючих засобів, добрив, нітратів та інших речовин.

З технологічних факторів, що впливають на структурні зміни складових компонентів молока, а також на його фізико-хімічні та органолептичні властивості, слід виділити температурну обробку молока (охолодження та нагрівання).

Охолодження молока супроводжується частковою кристалізацією тригліцеридів у жирових кульках, фосфоліпідів у мембранах, десорбцією ліпопротеїдних міцел із оболонки в плазму. Внаслідок чого оболонка жирових кульок стає більш чутливою до механічних впливів. Оскільки охолодження молока у вигляді перемішування пов'язані з механічними впливами, то створюється небезпека ушкодження оболонок жирових кульок і появи вільного жиру. Наслідком дестабілізації жирової фази та появи вільного жиру стає ліполіз, що викликається нативними ліпазами молока та ліпазами психротрофних бактерій. В результаті відбувається накопичення в молоці вільних жирних кислот, що викликають гіркий смак молока.

Вплив нагрівання на склад та властивості молока залежить від температурного режиму та тривалості теплової обробки. Сильним змінам при пастеризації піддаються сироваткові білки. При тепловій обробці змінюється сольовий склад молока. Частина фосфатів кальцію з іонно-молекулярної форми переходить в погано розчинну форму, яка агрегує та осаджується на міцелах казеїну. Крім того, при нагріванні молока може відбуватися інактивація деяких ферментів і вітамінів.

Висновки. Таким чином, під впливом цілої серії зовнішніх факторів у молоці можуть відбуватися різні зміни, які слід враховувати при його подальшій переробці, і вони суттєво впливають на процес вироблення сиру та його якість.

Список використаної літератури

1. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру: Навч. посібник. К.: НУХТ, 2009. 180 с.
2. Новгородська Н.В., Блащук В.В. Проблеми якості молока в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології.* 2015. Т. 17. № 1 (61). Ч. 4. С.72–76.

3. Новгородська Н.В. Вплив паратипових факторів на термостійкість молока. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 3 (106). С. 138–146.

4. Соломон А.М., Полевода Ю.А. Вплив показників якості молока на продукти харчування. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 4 (107). С. 33–39.

Вікторія КУЯН³⁷,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

ІННОВАЦІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Анотація. *Інновації є стратегічний ресурс, без використання якого стає неможливим ефективно управління окремими бізнес-процесами на підприємствах промисловості. Для вирішення головних завдань на всіх рівнях господарювання, важливо забезпечити інноваційний процес у харчовій промисловості. Необхідність приділити увагу всім етапам інноваційного пов'язана з тим, що продукти харчування мають найчастіше стислими і короткими термінами зберігання, особливостями умов їх зберігання і доставки, необхідністю правильного співвідношення пропорцій тих чи інших корисних речовин. У зв'язку з цим потрібні дослідження і розробки, оскільки споживачів цікавлять: умови зберігання, терміни придатності, якість, склад, наявність поживних і корисних речовин у продуктах.*

Ключові слова: харчова промисловість, інновації, управління інноваційними процесами.

Annotation. *Innovation is a strategic resource, without which it becomes impossible to effectively manage individual business processes at industrial enterprises. To solve the main tasks at all levels of farming, it is important to provide an innovative process in the food industry. The need to pay attention to all stages of the innovation process is due to the fact that food products are most often compressed and short shelf life, the particular conditions of their storage and delivery, the need for the correct ratio of the proportions of certain useful substances. In this regard, the necessary research and development, since consumers are interested in: storage conditions, shelf life, quality, composition, the presence of nutrients and useful substances in products, and so on.*

³⁷Науковий керівник – Соломон А.М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

Key words: *food industry, innovation, innovative development, management of innovative processes.*

Вступ. Вхідження до Світової організації торгівлі, відкритість економіки, актуалізують питання про необхідність забезпечення продовольчої безпеки країни. Державі важливо в таких умовах підтримати вітчизняних виробників продуктів харчування, вітчизняних постачальників харчової сировини, забезпечити їх конкурентоспроможність шляхом різних механізмів підтримки та стимулювання, що сприятиме зниженню імпорту продовольства, забезпечення внутрішнього ринку і експорту продовольчих товарів з заняттям певної ніші на світових ринках. У зв'язку з цим гостро постає питання про продовольчу самозабезпеченість.

Виклад основного матеріалу. Харчова промисловість спрямована на переробку сільськогосподарської сировини, тому значення харчової промисловості полягає в тому, що вона задовольняє нагальні потреби людини, закладає основи здоров'я населення і є базисом для всіх інших видів діяльності людини і суспільства [1].

Головною метою харчової промисловості є максимізація задоволення потреб суспільства в продуктах харчування, які відповідають сучасним вимогам якості і безпеки продукції.

У країнах, що розвиваються, темпи продовольчого виробництва зажадають дворазового збільшення. Зростання світового населення може спричинити продовольчу кризу. В зв'язку з цим можливе зростання виробництва продуктів харчування з низьким вмістом поживних речовин, продуктів на основі генетично модифікованих інгредієнтів, а також штучно виведених інгредієнтів, що негативно вплине на основні складові сталого розвитку, таких як, економічна, соціальна, екологічна. В результаті вищесказаного, гостро постає питання про пошук шляхів, можливостей і перспектив розвитку харчової промисловості, забезпечення продовольчої безпеки країни.

Продовольча безпека - це стан захищеності громадян країни за допомогою стабільного забезпечення сировиною, достатньою кількістю безпечної і повноцінної продовольчої продукції з урахуванням одержуваних доходів, відносна незалежність від імпорту сировини і продовольства. Продовольча безпека залежить від рівня доходів населення, підтримки і розвитку сільського господарства, вжитих заходів щодо зниження ризику неврожаю, наявності, підготовки і перепідготовки кадрів і фахівців у виробництві продуктів харчування і підтримки вітчизняних виробників, державного регулювання експортно-імпортних операцій в області продовольчого забезпечення, рівня конкурентоспроможності вітчизняних виробників продуктів харчування, наявності наукового, технологічної та виробничої інфраструктури, контролю за якістю та безпекою споживаної в країні продовольчої продукції, за цінами і т.д. [2].

На сьогоднішній день основними факторами, що стримують розвиток харчової промисловості, яка включає в себе весь ланцюжок: виробництво,

зберігання, переробку і збут продовольчої продукції, є: роз'єднаність між виробниками і споживачами в процесі просування продукції в результаті чого з'являється безліч посередників в процесі просування продукції від виробника до споживача; територіальна роз'єднаність технологічно взаємопов'язаних галузей, що в свою чергу не дозволяє ефективно реалізовувати величезні можливості сировинної бази республіки; нерозвиненість інфраструктури виробництва продовольчої продукції; низька частка переробки сільгосппродукції, наслідком якого є низький рівень завантаженості виробничих потужностей підприємств харчової промисловості та випуск неконкурентоспроможною продукції в порівнянні з імпортною, моральний і фізичний знос технологічного обладнання переробних підприємств; дрібнотоварний характер виробництва [3].

Харчова промисловість України зможе зайняти провідне місце в масштабах України і за її межами, в довгостроковій перспективі принципово важлива саме сукупність усіх потенційних точок її зростання, які істотно підвищують загальну конкурентоспроможність харчової промисловості України і дають їй високий шанс на активний розвиток. У зв'язку з цим потрібна грамотна політика управління виробництвом і споживанням продовольчою продукцією на мікро, мезо- і макрорівнях, яка повинна ґрунтуватися на соціальній, економічній, екологічній політиці країни, забезпечуючи економічну ефективність, соціальне благополуччя і екологічну безпеку.

На наш погляд, досягти інтересів і споживачів і виробників продовольчих продуктів, знизити імпорт продуктів харчування, багатьма позиціями Україна може стати одним з найбільших в світі виробників продовольчої продукції, особливо це стосується виробництва екологічно чистих продуктів харчування. До організаційних інновацій можна віднести сільськогосподарську кооперацію. Низькі закупівельні ціни на сільськогосподарську продукцію не стимулюють збільшення обсягів їх виробництва, що у підсумку веде до низької частини переробки сільськогосподарської сировини, недозавантаженості потужностей переробних підприємств і в кінцевому рахунку до високої частки імпорту продовольчих товарів. Маркетингові інновації важливо розвивати, оскільки продукція дрібних і середніх вітчизняних виробників помітно програє за якістю і упаковкою, каналам збуту і продажів не в змозі успішно конкурувати із зарубіжними постачальниками. Позначається відсутність власної торгової мережі, створення та утримання якої не кожному підприємству доступні.

Необхідно розвивати технологічні інновації, важливо модернізувати і диверсифікувати виробництва в харчовій галузі, впроваджувати на підприємствах харчової галузі інноваційні процеси і технології виробництва імпортозамінної вітчизняної продукції, що відповідає сучасним вимогам якості та безпеки, важливо застосування інтенсивних технологій, вирішувати питання збуту готової продукції за рахунок розвитку конкурентоспроможності харчової промисловості. Важливо сформувати імідж українського продовольства як екологічно чистого, натурального і якісного. Важливо впроваджувати біотехнології, на основі яких будуть створені високотехнологічні виробництва з більш ефективним виробленням цільового продукту зі скороченням втрат

сировини, з виробництвом харчових продуктів з різними функціональними властивостями, що дозволить підвищити ступінь переробки сировини, розширити асортимент продукції, що випускається, вирішити екологічні проблеми. Для цього важливо розвинути інфраструктуру і логістичне забезпечення продовольчого ринку, необхідна інтеграція підприємств у систему міжрегіональних і світових ринків харчових продуктів, необхідно забезпечити конкурентоспроможність продовольства на новому якісному рівні.

Інноваційні напрямки у виробництві продуктів харчування передбачають створення умов і передумов отримання продуктів харчування високої якості, в необхідній кількості, в відповідно до встановлених норм споживання, отримання спеціалізованих продуктів для дитячого і дієтичного харчування, лікувальної дії, продуктів, які враховують національні особливості в харчуванні окремих груп населення.

Важливі інноваційні розробки сучасних біотехнічних процесів переробки сільськогосподарської сировини, що дозволяють інтенсифікувати виробництво, знизити їх енергоспоживання, розширити асортимент, підвищити споживчі властивості збалансованих легкозасвоюваних продуктів харчування і напоїв.

Особливу увагу необхідно приділити інноваціям, спрямованих на розробку наукових основ організації наскрізних аграрно-харчових технологій. Також важливі наукові дослідження фізичної та біологічної хімії, нанотехнології, мікробіології, ферментології.

Напрямок інноваційної діяльності має стати проектування і створення багатокомпонентних харчових продуктів, в основі цього процесу лягає принцип аналітичної комбінаторики.

Інноваційний процес передбачає залучення якісної сировини, ідеї, відмінною від традиційного виробництва, нові технології, нові методи організації і виробництва, нові упаковка і канали збуту, новий стиль управління, прийняття креативних, нетрадиційних рішень; об'єднання воедино вихідної сировини, кадрів, наукової, технологічної, освітньої, виробничої, комерційної, збутової складових, в результаті діяльності яких можуть бути отримані і паралельно використані маркетингові, процесні, організаційні, управлінські інновації з досягненням основної мети - виробництво і реалізація продуктової інновації харчової промисловості [5].

Інноваційний процес створення нових форм харчових продуктів, виходячи з розробок вітчизняних вчених може йти в трьох напрямках: виключення зі складу продукту будь-якого небажаного компонента; збагачення продукту необхідним компонентом профілактичного або лікувальної дії (вітаміни, мікроелементи) [6] заміна складу, при якому замість одного вилученого компонента вводиться інший аналогічний, що володіє потрібними або корисними властивостями.

Важливо і необхідно створювати комбіновані продукти з підібраним сировинним складом, що включає в різних поєднаннях м'ясна, молочна і рослинна сировина [7]. Важливо, щоб дослідження велися не тільки з

економічною доцільністю, наприклад, з метою збільшення виходу їх з вихідної сировини, але і з метою поліпшення якості одержуваних продуктів харчування. На жаль, вчені часто ведуть пошуки заміни при виробництві продуктів харчування тваринного білка на більш дешевий рослинний і способи і технології їх спільного застосування.

Першим перспективним напрямком є виробництво продуктів дієтичного харчування:

- виробництво лікувально-оздоровчих продуктів каш, чіпсів, галет, хліба з цільних злаків, тому що людство прагне до здорового способу життя, до споживання екологічно чистих продуктів, продуктів які не містять ГМО. На сьогоднішній день новим модним трендом стало правильне харчування. Це говорить про високу культуру, зростання і появі можливостей у населення; збір і переробка дарів природи (грибів, ягід, лікарських рослин).

Другим перспективним напрямком є виробництво замороженої овочевої продукції, оскільки зараз вітчизняні теплиці виробляють обмежений набір овочів, а в літню пору можна робити, заморожувати, консервувати і поставляти на ринок овочеві мікси. В Україні, проаналізувавши, можна зробити висновок, що на ринку немає вітчизняної замороженої овочевої продукції, на ринку присутні імпортовані дорогі овочеві мікси. Однак виробництво овочів і подальше зростання їх споживання передбачає будівництво тепличних комплексів для вирощування овочів і розвиток систем зберігання для овочів і коренеплодів, яких на даний момент не в достатній кількості.

Третій напрям - виробництво продукції з середньою і високою доданою вартістю в переробці зерна: зокрема біоетанол, клейковину, крохмаль, кормові дріжджі. Цей напрямок також вимагає підтримку держави і вкладення інвестицій.

Четвертий напрямок - виробництво льняної, сафлорової і ріпакової олії. В Україні виробництво олійних, є пріоритетним напрямком в рамках диверсифікації сільського господарства. Безперечний лідер за обсягами виробництва серед олійних в Україні - соняшник.

Висновки. Інновації і грамотне управління інноваційним процесом дозволить модернізувати і диверсифікувати виробництва в харчовій промисловості, підвищити конкурентоспроможність харчових продуктів і розширити ринок їх збуту, сформувати сприятливі інституціональні умови розвитку галузі, скоординувати підготовку наукових кадрів і фахівців у цій галузі, здійснити їх підготовку і перепідготовку, розробити і застосовувати інтенсивні технології з виробництва продовольчих продуктів, забезпечити інтеграцію і кооперацію галузей і виробництв.

Список використаної літератури

1. Забезпечення інноваційного розвитку промисловості України: монографія. Київ: Політехніка, 2018. 234 с.

2. Горященко Ю. Г., Байов Б. С. Ринок інновацій в Україні та характеристика інноваційних стратегій. *Економічний вісник Національного гірничого університету*. 2017. № 1 (57). С. 132-139.

3. Круглякова В. В., Юринць З. В. Інноваційний потенціал суб'єктів господарювання харчової промисловості України: монографія. Львів: ГАЛИЧ-ПРЕС, 2019. 132 с.

4. Мамочка А. Ю. Інноваційний розвиток харчової промисловості в Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 1. С. 216-220.

5. Мініна О. В., Шадура-Никипорець Н. Т. Інноваційний аспект діяльності підприємств харчової промисловості України: аналітична оцінка. *Економіка та суспільство*. 2017. № 7.

6. Купчак П. М. Харчова промисловість України в умовах активізації інтеграційних та глобалізаційних процесів: монографія. Київ. 2019. 120 с.