

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

№4 (20)

2025

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 4(20), 2025

м. Вінниця 2025

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 4(20), 2025**

**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

Заступники головного редактора:

доктор сільськогосподарських наук, професор Дідур І.М.;
кандидат технічних наук, доцент Солон О.В.;
доктор 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(20), 2025

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

Deputy Editors-in-Chief:
Doctor of Agricultural Sciences, Professor **Didur I.**;
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Solona O.**;
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor **Yaropud V.**;

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

Address of the Editorial Office: **3 Soniachna St. Vinnytsia, 21008, tel. 0432-46-01-05**
Web site of the Journal: <https://vsau.org/studentamm/zhurnal-studentskix-naukovix-pracz>

© Vinnytsia National Agrarian University, 2025

**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 Агрономія, 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 31 жовтня 2025 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 жовтня 2025 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 69,7. 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 31, 2025.

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 , 2025

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 69,7. 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

А. ГРИНЯК. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО	18
М. ШТИПА. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ТОМАТІВ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ ВІД РОЗВИТКУ ЗБУДНИКА ФІТОФТОРОЗУ ЗА ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	23
R. HNOT. IMPLEMENTATION OF PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGIES INTO THE SYSTEM OF MODERN AGRICULTURAL PRODUCTION ORGANIZATION	30
О. ТЕРЕЩЕКО. БУРЯКОВІ ДОВГОНОСИКИ (ПІД BOTTHONODERES, РОДИНА CURCULIONIDAE) ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКА СТОЛОВОГО	37
А. ЛУЦЕНКО. FOREST RESOURCES ANALYSIS	44
А. НІЗЕЛЬСЬКА. РОЛЬ ДУБА ЧЕРВОНОГО У ФОРМУВАННІ ЛІСОВИХ БІОЦЕНОЗІВ	52
В. БРОВАНЧУК. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ <i>THUJA OCCIDENTALIS</i> L. У САДОВО-ПАРКОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ	58
І. КРИВОВ'ЯЗ. РОЛЬ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА У ВІДНОВЛЕННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА	64
М. КЛҀМІУК. FEATURES OF NATURAL REGENERATION OF THE COMMON OAK (<i>QUERCUS ROBUR</i> L.) IN THE VINNYTSIA REGION	68
Д. БОЯЛЬСЬКА. РОЛЬ УКРАЇНИ У ДОСЯГНЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЦІЛЕЙ ЄС	74
О. БАНАХ ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НОЖЕВОГО МЕХАНІЗМА ВІДОКРЕМЛЮВАЧА СТЕБЛОВИХ КОРМІВ	81
В. БІЛИЙ АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН	88
А. ДРОНЧАК КОНСТРУКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА CASE IH AXIAL-FLOW 7250	95
А. ЗЕДНІК ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ПІДЛАПОВОГО ПРОСТОРУ ПРИ ВНЕСЕННІ ТУКІВ	101
А. НАСОБКОВ МОДЕРНІЗАЦІЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ СІВАЛКИ ДЛЯ ПРЯМОГО ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	107
Д. ШУГАЙЛО ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ОБРОБІТКУ ПОЛІВ НА ПРИКЛАДІ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	112
О. ГРИГОРЕНКО МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ НА ОСНОВІ	120

КОМБІНУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	
В. АСТАХОВА. МОРФОЛОГІЧНА ОЦІНКА КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ ПОРОДИ ЛОМАН БРАУН	125
А. КУЧЕРЯВА. ВИРОБНИЦТВО КОЗЛЯТИНИ ТА ЇЇ ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ	130
А. МАРЧЕНКО. РОЛЬ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ (КЕФІР, КІМЧІ, КВАШЕНА КАПУСТА) У ПІДТРИМЦІ МІКРОБІОТИ КИШЕЧНИКА	136
О. КОВАЛЬЧУК. ОРГАНІЗАЦІЯ МАШИННОГО ДОЇННЯ ЗААНЕНСЬКОЇ ПОРОДИ КІЗ	141
Л. ПАВИЦЬКА. ХРОНІЧНА ХВОРОБА НИРОК У КОТІВ	147
А. ТОВПИГА. СУЧАСНІ МОЛЕКУЛЯРНІ МЕТОДИ У ДІАГНОСТИЦІ КАМПІЛОБАКТЕРІОЗУ У ТВАРИН	152
 <i>НАПРЯМ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ</i>	160
У. TSARYUK. MARKETING IN BUSINESS	160
Д. БАГРІЙ. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОЩУВАННІ ПЕРЦЮ В ЗАКРИТОМУ ТА ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ	167
О. БАСІСТІЙ. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГРИБКОВИХ ХВОРОБ НА УРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКА СТОЛОВОГО	176
А. БЕРЕЗОВА. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ПОМІДОР В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ	182
М. БІЛОСТЕГНЮК. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОРГО ЯК КОРМОВОЇ КЛЬТУРИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	187
К. ВАРАНІЦЯ. ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	193
І. ВАРГА. БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЖУКІВ-СОНЕЧОК (СОСЦИНЕЛІДАЕ) ТА ЇХ РОЛЬ У БІОЛОГІЧНОМУ КОНТРОЛІ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГІВ	198
Д. ВОНСОВИЧ. ЗАПИЛЮВАЧІ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ	203
А. ГОРОБЕЦЬ. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА МЕЛІОРАЦІЯ : СУТЬ, ЗНАЧЕННЯ ТА ВИДИ У ВИКОРИСТАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ	209
А. НРУНОРУК. ORGANIZATION OF THE LAND TERRITORY OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE	214
Д. ЖУК. ОСНОВНІ ШКІДНИКІВ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУ ТА КОНТРОЛЬ ЇХ ЧИСЕЛЬНОСТІ	222
А. ЗАДНІПРЯК. ОРГАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО У СВІТІ ТА ЙОГО РОЗВИТОК В УКРАЇНІ	229
Р. ЗАЯЦЬ. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФІТОФТОРОЗУ НА ВРОЖАЙ ПАСЛЬОНОВИХ КУЛЬТУР	233

Д. ЗОЦ. ОСОБЛИВОСТІ АГРОТЕХНІКИ БУРЯКА КЕСТРЕЛ: ВІД ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ДО ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ	240
А. ІВАНЦОВ. ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЮ З ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР	245
Д. КАЛІНА. СОРЕБЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ҐРУНТІВ ЩОДО ВАЖКИХ МЕТАЛІВ: РОЛЬ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ	250
К. КІБА. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШКІДНИКІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ МОРЕКВИ ПОСІВНОЇ, БОРОТЬБА З НИМИ	259
Д. КЛЕШКО. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАДИЦІЙНОГО ТА НУЛЬОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	264
М. КОЗАР. ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ СОНЯШНИКУ	270
М. КОМИШ. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ І БІОПРЕПАРАТІВ	276
Д. КРИКЛИВИЙ. ОСОБЛИВОСТІ СИДЕРАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ	281
М. МАРЧАНКО. ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ СОРТІВ СОЇ	287
О. МЕЛЬНИК. ВИКОРИСТАННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА СОНЯШНИКУ	293
Т. ОЛЕКСАНДРОВИЧ. РОСЛИННІСТЬ ЯК ДЗЕРКАЛО ҐРУНТОВИХ ПРОЦЕСІВ	300
М. ОПЛАКАНСЬКИЙ. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС У СИСТЕМІ КОРМОВИРОБНИЦТВА	306
А. ОПОЛЬСЬКИЙ. ВПЛИВ СИДЕРАЦІЇ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ	313
А. ПІДПЕРИГОРА. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ РОСЛИН БАКЛАЖАНА ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ГІБРИДУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО УКРАЇНИ	320
В. ПРОТАСОВА. МІСЦЕ БАВОВНИКУ В СИСТЕМІ РОСЛИННИЦТВА ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ	328
Я. РОМАНЕНКО. ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ СОЇ	335
В. РУДНІСВ. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ	342
А. СВИСТУН. ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ	348
І. СВЯЩУК. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ПОЛЯХ ВНАУ	353
І. СЕДОВ. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ КУКУРУДЗИ: ОГЛЯД МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ	360
А.-М. СОКОЛОВА. ІНВАЗІЙНІ ВИДИ РОСЛИН АБО «ЧУЖИНЦІ-АГРЕСОРІ» ТА ЇХ ЗАГРОЗА БІОРІЗНОМАНІТТЮ	367

О. ТАЛАНОВ. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	373
М. ТАТАРОВСЬКИЙ. БІОЛОГІЯ РОЗВИТКУ ПАВУТИНОГО КЛІЩА (<i>TETRANYCHUS URTICAE</i> KOCH.) НА ТОМАТАХ ТА МЕТОДИ ОБМЕЖЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ	380
О. ЦВІТКОВ. ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАПИЛЮВАЧІВ: СТІЙКІСТЬ АГРОЕКОСИСТЕМ	387
С. ШЕМЧУК. ФІТОПАТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІЛОЇ ГНИЛІ МОРКВИ ТА НАПРЯМИ ЇЇ КОНТРОЛЮ	393
Д. ШУРАБУРА. ОРГАНІЧНЕ ВИРОЩУВАННЯ ЦИБУЛІ, БУРЯКУ, КАРТОПЛІ	398
Д. ШУРАБУРА. ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ РІПАКУ	405
V. SHCHASLYVYI. FORMATION OF THE ECONOMIC COMPONENT OF EFFICIENCY IN THE CULTIVATION OF PEAS VARIETIES	411
<i>НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЇ, ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА</i>	416
Я. ГОРБОНОСОВА. ЛЯЛЕЧКОВА ДІАПАУЗА У КОМАХ	416
М. МАРЧЕНКО. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЛАНДШАФТНОЇ АРХІТЕКТУРИ В УКРАЇНІ	421
К. КРИМЕЦЬ. ВИДИ ТА СОРТИ ХОСТ: РОЛЬ У ФОРМУВАННІ СТІЙКИХ САДОВО-ПАРКОВИХ КОМПОЗИЦІЙ	426
М. СТЕБЛИНА. ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ В ДЕКОРАТИВНОМУ ОФОРМЛЕННІ ПРИСАДИБНОЇ ДІЛЯНКИ	434
З. МАРКОВА. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДИ РІЧКИ МАРКІВКА У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	441
В. ЖУРБЕЛЮК. ВПЛИВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОВКІЛЛЯ У ЖМЕРИНСЬКОМУ РАЙОНІ	445
Б. КИРИЛЮК. ВПРОВАДЖЕННЯ ТОЧНОГО ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	449
К. ЩЕТИНА. ВИКОРИСТАННЯ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ЗАДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ	454
А. МОНАСТИРСЬКИЙ. ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ЛІСІВ У ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДИ ТА КОНТРОЛІ ЗАБРУДНЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ	458
О. ДУДНИК. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ	463
К. ВАСИЛЬЄВА. САДИ СЕМІРАМІДИ В МЕЖАХ УКРАЇНИ. ВПЛИВ ВАВИЛОНСЬКИХ САДІВ НА РОЗВИТОК УКРАЇНСЬКИХ ПАРКІВ	469
О. ТКАЧ. АДАПТАЦІЯ АГРОЕКОСИСТЕМ ДО ЗМІН КЛІМАТУ: ІНТЕГРОВАНІ ПІДХОДИ	474

Н. КРАВЧУК. ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ МІСЬКИХ ҐРУНТІВ: ПОТЕНЦІАЛ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН У ПОГЛИНАННІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ	481
А. РУЖИЦЬКА. ВПЛИВ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	485
D. PLAKIDA. ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE DONETSK REGION AS A RESULT OF MILITARY ACTIONS	494
Н. ДАВИДЕНКО. ВПЛИВ АГРОПРОМИСЛОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ГІДРОТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ ДНІСТРА У МЕЖАХ ВІННИЧЧИНИ	498
Б. ПОБЕРЕЖНИЙ. СИНТЕТИЧНА БІОЛОГІЯ В ЕКОЛОГІЇ: ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ ДЛЯ БІОДЕГРАДАЦІЇ ВІДХОДІВ	502
Є. СІКОРСЬКА. ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ВЕДЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛІКУ ДЕРЕВИНИ В УКРАЇНІ	507
В. МЕЛЬНИК. РОЛЬ ЛІСОАГРАРНИХ СИСТЕМ У БОРОТБІ З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ	514
В. МАЗУР. ПІС ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ ДЕГРАДАЦІЇ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ	524
З. ПЕРВАЧУК. ГАЗОНИ: КЛАСИФІКАЦІЯ, ІСТОРІЯ ПОХОДЖЕННЯ ТА ДОГЛЯД	530
Х. ПЕТЛІНСЬКА. РОЛЬ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ У ФОРМУВАННІ ІНТЕР'ЄРІВ ТА МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ	536
N. SMAL. INTERIOR PHYTODESIGN AS A MEANS OF GREENING AND BEAUTIFYING INTERIOR SPACES	540
А. ПАРХОНЮК. БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДІВ АЛЬПІЙСЬКОЇ ФЛОРИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОЄКТНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ВЛАШТУВАННЯ КАМ'ЯНИСТИХ САДІВ	541
Д. МАЗУР. СУЧАСНІ ТРЕНДИ У ПРОЄКТУВАННІ ЛАНДШАФТІВ: ВІД 3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДО ЕКОДИЗАЙН	547
А. ТВЕРДОХЛІБ. ВИКОРИСТАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ЗЛАКІВ У ЛАНДШАФТНИХ КОМПОЗИЦІЯХ	554
І. ІВАНІВНА ГУМЕННА. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА В УКРАЇНІ	561
Л. КОВАЛЕНКО. ПОЄДНАННЯ РОСЛИН ІЗ СУЧАСНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ: АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ДОГЛЯДУ	566
С. СУШКО. ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТ	573
М. ЩЕКАЛЬОВ. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЗЛАКІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДЕКОРАТИВНИХ САДІВ	579
Т. ГРИГОРУК. ДЕНДРОФЛОРА ПАРКІВ ТА БОТАНІЧНИХ САДІВ: ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ТА ЙОГО ЗБЕРЕЖЕННЯ	586

Т. ЗОСІЄНКО. ІНТРОДУКЦІЯ ЕКЗОТИЧНИХ ДЕРЕВНИХ ПОРІД: РИЗИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНУ	591
С. ХИТРИК. ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ БАТАРЕЙ І АКАМУЛЯТОРІВ	597
НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ	602
A. SLOBODYANYUK TECHNICAL MEANS FOR SOIL MULCHING AND TRENDS IN THEIR IMPROVEMENT	602
B. KARAKOI OPTIMISATION OF LEGUME YIELD USING A PLUNGER SEEDER.	607
B. BEREZHNYI QUALITY CONTROL OF SPARE PARTS IN THE AGRICULTURAL SPHERE	612
О. ДАВИМОКА МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ ПРИ СІВБІ КОРМОВИХ КУЛЬТУР	619
N. HALOMKO FROM AERIAL IMAGERY TO FIELD DECISIONS: UAV MONITORING AT THE AGRONOMICHNE RESEARCH AND TRAINING FARM	626
M. HERMANOVSKYI ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE	631
V. KHOMENKO INNOVATIVE METHODS OF REPAIR AND RESTORATION OF SHAFTS IN AGRICULTURE	636
M. KRAVETS IMPROVING THE RELIABILITY OF SEGMENT- FINGER CUTTING DEVICES OF COMBINE HARVESTERS	643
В. КРИСТОФОРОВ ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ І СТАНДАРТИЗАЦІЯ В МАШИНОБУДУВАННІ НА ПРИКЛАДІ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	650
M. MYLYMUKHA IMAGE IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION SYSTEM FOR SOCIAL MEDIA	656
В. ОСАВОЛЮК ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ РОЗКИДАЧА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	662
Д. ПАВЛЮК ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	667
О. ПЛАНОТНИУК CONTROL SYSTEM FOR THE ELECTRO- MECHANICAL DRIVE OF THE VIBRATION SEPARATOR	675
Е. СЕВАСТЬЯНОВ ВПЛИВ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНО-РЕШІТНОГО ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА	682
V. SHEVCHUK IMPROVING THE EFFICIENCY OF CLEANING AGRICULTURAL EQUIPMENT: PROBLEM AND SOLUTION	689
V. YUZKO INNOVATIVE APPROACHES TO FALLEN LEAVES PROCESSING: DESIGN ANALYSIS OF CRUSHING DEVICES	696
А. ДЯЧЕНКО ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	703

О. КОЧМАРУК	ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА	
ХАРАКТЕРИСТИКА НДГ «АГРОНОМІЧНЕ» ТА НАУКОВИЙ		709
АНАЛІЗ СТАНУ ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ		
О. СОЛЯР	ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ	714
ТОЧНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ ТА ПЕСТИЦИДІВ		
О. ВАЛЬЧУК	ВПЛИВ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ	720
РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ		
Е. АНДРУЩАК	НАЗЕМНІ РОБОТИ-СКАУТИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ	726
СТАНУ РОСЛИН У МІЖРЯДДЯХ		
М. КОРНІЙЧУК	АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАШИН ТА	732
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗРОШУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ		
КУЛЬТУР		
І. МУЛЯР	МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКОВОГО	738
ТРАНСПОРТЕРА-РОЗПОДІЛЬНИКА		
І. НАГОРНЯК	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВЗ З	744
ПЕРЕОБЛАДНАННЯМ ЙОГО НА ШЕСТИТАКТНИЙ РОБОЧИЙ		
ЦИКЛ		
М. ПАВЛИШИН	ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО	749
ЗЕМЛЕРОБСТВА В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ		
ВИРОБНИЦТВІ		
В. ПЛЯШКО	ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ГУМІНОВИХ ДОБРІВ	756
ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ		
Є. ПОСНИЙ	РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ	761
КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ПІДЙОМНОЇ САДОВОЇ ПЛАТФОРМИ		
І. ШКВАРИЛО	ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ АГРОДРОНІВ ПРИ	766
ОБПРИСКУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР		
М. СТЕПАНЕНКО	ЗНАЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В	772
ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ		
М. ТКАЧ	АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ТА ОСНОВНИХ	778
ВИДІВ ВІДМОВ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ КРАПЕЛЬНОГО		
ЗРОШУВАННЯ		
A. YATSYSHEN	SAFETY MEASURES FOR GROWING GRAIN	784
CROPS		
Р. ХАРЧЕНКО	СУЧАСНІ РОБОТИЗОВАНІ МЕТОДИ	790
СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СТАНОМ ЗЕРНА ПІД ЧАС ЙОГО		
ЗБЕРІГАННЯ		
Я. ФРАНЧУК	СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЕТАПИ РОЗВИТКУ	793
ЦИФРОВОЇ АГРОІНЖЕНЕРІЇ		
НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ		
СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО		799
МАШИНОБУДУВАННЯ		

П. ТКАЧ РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ КОЛІСНИХ ТА ГУСЕНИЧНИХ ТРАКТОРІВ НА ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА	799
М. ПРИТОЛЮК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН НА ПРИКЛАДІ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	805
А. АРЦЕБАШЕВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛУЖНИХ ЛЕМЕШІВ З НАКЛАДНИМ ДОЛОТОМ	810
М. ЧУДАЙ КЛАСИФІКАЦІЯ РОТАЦІЙНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ЇХ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ	815
Б. ДЖУРИНСЬКИЙ ВПЛИВ ОСНОВНОГО СПОСОБУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО ВОЛОГОТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ	820
О. DOVHALYUK DESIGN FEATURES OF CATERPILLAR TRACTOR DRIVES AND THEIR APPLICATION IN THE CONDITIONS OF THE EDUCATIONAL AND RESEARCH FARM «AGRONOMICHE»	827
N. GALYOMKO ANALYSIS OF METHODS FOR STRENGTHENING PLOWS TO INCREASE THEIR WEAR RESISTANCE	835
А. ГОЛОВЧЕНКО СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ПРИКЛАДІ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»	842
М. KIRICHUK USING NEURAL NETWORKS TO FORECAST ELECTRICITY DEMAND	848
R. KRAVETS RELAY PROTECTION OF POWER TRANSFORMERS: FUNCTIONAL ANALYSIS	853
В. КРИЖОВ ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ТОЧНОСТІ ПНЕВМАТИЧНОЇ СІВАЛКИ	857
М. NEZBUTNIY LOAD ANALYSIS AND PROTECTION OF ROAD SURFACE FROM AGRICULTURAL EQUIPMENT	865
Т. ОСАДЧИЙ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ФРЕЗИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В МІЖРЯДДЯХ МАЛИНИ	872
V. SHKUTA APPLICATION OF STATISTICAL METHODS FOR QUALITY CONTROL OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE REPAIRS	878
О. СВДЕРСЬКИЙ ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА В НДГ АГРОНОМІЧНЕ	884
Б. ПЕРХАЙЛО ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В УПРАВЛІННІ АГРАРНИМ ВИРОБНИЦТВОМ	889
Д. ШЕВЧЕНКО СТАБІЛІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ З УРАХУВАННЯМ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ БІОГЕНЕРАТОРА	896
І. ГЕВКО ВПЛИВ КАРБОНІЗАЦІЇ ПОВЕРХНІ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ТРАНСМІСІЙ	901

Д. БОТАЄВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ФІЛЬТРУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО	905
Д. БОЙКО МОДЕРНІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ КОПЮВАННЯ РЕЛЬЄФУ ПОЛЯ	910
І. ДІБРОВА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТИХОХІДНОГО СИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ	915
L FAIDEVICH PRECISION FARMING: THE ROLE OF GEOENGINEERING AND DRONES IN INCREASING YIELD	928
Д. ІСЬКО АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ РОБОТИ СІВАЛОК	932
М. КЛЕКІТ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДРОБАРКИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ПРОРОЩЕНОГО ВІСУШЕНОГО ЗЕРНА	938
Д. КЛЕВЕНЕЦЬ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СІПКИХ МАТЕРІАЛІВ	947
А. КОЖУХАР СУЧАСНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ	956
М. МАРЧЕНКО ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТРАКТОРІВ	962
М. МИХАЙЛОВСЬКА СУЧАСНІ АГРОІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ У ВИРОЩУВАННІ МОРЕКВИ В УМОВАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ» ВНАУ	970
П. НАВАЖАНЮК ІННОВАЦІЙНИЙ КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРІВ	976
І. ПОСВАЛЮК ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ІНДИКІВ	982
Ю. РИСЮК ПЕРСПЕКТИВИ РОБОТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО ПОЛИВУ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН	988
П. ШВЕЦЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ҐРУНТУ В ТЕПЛИЦЯХ	994
О. СІРУК РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ДО ПОСІВУ БАШТАННИХ КУЛЬТУР.	1000
М. СЛОЇК КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПОДІЛЬНИКІВ У СУЧАСНИХ ГІДРОСИСТЕМАХ	1006
В. ТРИМАЛЮК АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ БАШТАННИХ КУЛЬТУР	1012
М. ЦВІЛЮК ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З АКТИВНИМИ Й ПАСИВНИМИ ФІЛЬТРАМИ	1018
І. ЗАХАРЧУК ВПЛИВ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ НА РІЗНІ ТЕМПЕРАТУРНІ РЕЖИМИ ТА РІВНІ ВОЛОГОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ	1023

НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА	1030
Т. ЛОЗНИЙ. ОСОБЛИВОСТІ УТРИМАННЯ, ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ СИРІЙСЬКИХ ХОМ'ЯКІВ (MESOCRINETUS AURATUS)	1030
В. БАБІЙ СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗЕМЕЛЬНОЇ РЕФОРМИ В УКРАЇНІ	1035
К. СКРИНСЬКА. ДОБРОБУТ І ЗДОРОВ'Я ДЕКОРАТИВНИХ ПАЦЮКІВ: СУЧАСНІ СТАНДАРТИ УТРИМАННЯ, ХАРЧУВАННЯ ТА ВЕТЕРИНАРНОЇ ДОПОМОГИ	1041
С. ЧПАК. ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВЕТЕРИНАРНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ ТА ГІГІЄНИ	1049
Є. БАРАБОЛЯ. СУЧАСНІ КОРМОВІ ДОБАВКИ В ГОДІВЛІ КІЗ	1056
В. ВАСИЛЕНКО. ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ КАНІБАЛІЗМУ СЕРЕД ПТИЦІ ТА ПРОФІЛАКТИЧНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЙОГО ПОШИРЕННЯ	1061
Д. МЕЛЬНИЧУК. ОСОБЛИВОСТІ ГОДІВЛІ ДІЙНИХ КІЗ	1066
І. ДИНИСЮК. РОЗВИТОК КОЗІВНИЦТВА В СТРУКТУРІ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ	1071
НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	1076
П. ЄРЕМЕНКО. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕЗДРІЖДЖОВОГО ХЛІБА ШЛЯХОМ ДОДАВАННЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ ЗЕРЕН	1076
Y. KARPUN. TECHNOLOGY OF YOGURT PRODUCTION FROM GOAT MILK WITH PROBIOTIC CULTURES	1081
О. БУРКОВСЬКА. ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ СІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ	1088
Y. MOROZ. TECHNOLOGICAL FEATURES OF SAUSAGE PRODUCTION BASED ON CHICKEN AND GOAT MEAT	1093
Д. ДАЩЕНКО. МІКРОБІОЛОГІЯ БЕЗЛАКТОЗНИХ ЙОГУРТІВ	1100
І. VOVK. TECHNOLOGICAL FEATURES OF GOAT CHEESE PRODUCTION FROM WHOLE MILK	1106
В. ПАВЛЮК. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СИРУ ЗА УЧАСТЮ ПЛІСЕНІ	1113
М. НЕЧИПОРУК. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ФЕРМЕНТОВАНИХ НАПОЇВ	1117
О. ПРОЦЮК. АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ МОЛОКА ТА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	1122
С. ЖУЧЕНКО. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ЛЛЯНОГО БОРОШНА ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДОБАВКИ У ВИРОБНИЦТВІ ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ	1127

О. ЛЕСИК. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ФЕРМЕНТОВАНОГО МОЛОЧНО-СОЛОДОВОГО ПРОДУКТУ	1132
О. ШВЕЦЬ. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ	1137
С.ПІВТОРАК. РОЛЬ МІКРООРГАНІЗМІВ У ПРОЦЕСІ ФЕРМЕНТАЦІЇ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	1143
С. РЕЗНІК. ДІЄТИЧНА ЦІННІСТЬ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ	1148

Аліна ГРИНЯК¹,
студентка 3-го курсу,
Факультету агрономії, садівництва та захисту рослин,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВНЕСЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

***Анотація.** В Україні понад 90% рослинних жирів виробляють з насіння соняшнику. Ця культура є привабливою для агровиробників зони Лісостепу внаслідок низьких виробничих витрат на вирощування, стабільності попиту на насіння та його високою вартістю на ринку. Порівняння глобальних економічних показників світового сільського господарства свідчить про те, що головною олійною культурою в переважній більшості країн світу є соя. Проте в Україні з історичної точки зору та внаслідок специфічних регіональних особливостей, зокрема, сприятливістю ґрунтово-кліматичних саме для вирощування соняшнику, основною олійною культурою, був і є— соняшник.*

***Ключові слова:** Соняшник, позакореневі підживлення, Склороцид, Гуміфілд.*

***Annotation.** In Ukraine, more than 90% of vegetable fats are produced from sunflower seeds. This culture is attractive for agro-producers of the Forest-Steppe zone due to low production costs for cultivation, stability of demand for seeds and its high value on the market. Comparison of global economic indicators of world agriculture shows that the main oil crop in the vast majority of countries in the world is soy. However, in Ukraine from a historical point of view and as a result of specific regional features, in particular, the favorable soil and climate for growing sunflower, the main oil crop, was and is – sunflower.*

***Key words:** Sunflower, foliar feeding, Sclerocid, Gumifield.*

Вступ. В сучасних системах землеробства спостерігається певна нестабільність ефективності основного удобрення, що є наслідком незбалансованих цін на сільськогосподарську продукцію та засоби хімічної промисловості, застосування переважно мінімальної системи обробітку ґрунту, а також практично повної відсутності сталої структури посівних площ. Частковим вирішенням проблеми недостатнього забезпечення рослин поживними елементами є застосування позакореневого підживлення, яке, на думку багатьох дослідників, є ефективним при вирощуванні більшості культур.

В умовах здороження мінеральних добрив можливості сільгоспвиробників внести розрахункові дози добрив під запланований врожай

¹ Науковий керівник: Колісник О.М., кандидат с.-г. наук., доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин

вкрай обмеженні. Тому є гостра потреба у засобах, здатних пом'якшити негативний вплив нестачі елементів живлення на врожайність. Соняшник якраз і є однією з культур, при вирощуванні якої можна досягнути економічно вигідного ефекту.

Виклад основного матеріалу. Позакореневе підживлення соняшнику мікродобривами сприяє підвищенню врожайності, оскільки оперативно й ефективно регулює процеси живлення в період вегетації рослин у конкретних умовах кожного року. Важливу роль відіграє збалансоване співвідношення мікроелементів. Усі елементи живлення тісно пов'язані між собою в єдиних біохімічних процесах, і роль кожного з них дуже важлива, тому доцільно проводити підживлення мікроелементами у поєднанні з основними елементами NPK. Поглинання елементів здійснюється всіма надземними органами, включаючи листя та стебла. При цьому вони потрапляють безпосередньо в ту частину рослини, в якій, як правило, найінтенсивніше відбуваються фізіологічні процеси, і саме там найчастіше спостерігається їх нестача. Застосування мікродобрив особливо важливе в так звані критичні фази розвитку культури, коли необхідно забезпечити збалансоване живлення рослин соняшнику мікроелементами. Це стимулює коренеутворення і закладення кошиків, що в кінцевому підсумку вплине на підвищення продуктивності.

Метою дослідження є обґрунтування ефективності використання позакорневих підживлень на насінневу продуктивність соняшнику.

Основними елементами аграрної техніки є вигідне використання добрив, регуляторів росту, біопрепаратів. Серед них мікробіологічні препарати відіграють важливу роль у збільшенні фіксації азоту з повітря та мобілізації сполук фосфору в ґрунті, оскільки це зменшує вартість мінеральних добрив та збільшує реалізацію генетичного потенціалу гібридних рослин.

Наші спостереження показали, що терміни фенологічних стадій розвитку та тривалість міжфазних періодів гібриду соняшнику, що вивчались у дослідженні, залежали від попереднього раціону живлення (табл. 1).

Отже, виходячи з таблиці 1, можна сказати, що при внесенні препарату Склероцид 2 л/га та Гуміфілд в дозі 1,5 л/га період «сівба-сходи» досягне протягом 13 днів, а при внесенні Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га – 14 днів, коли вносили Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га то даний період настає на 13 день. Період «сходи-цвітіння» на фазі «контроль» досягає на 43 день, а при внесенні Склероцид 4 л/га, Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га на 48, що означає довший розвиток соняшника, що позитивно впливає на урожай.

Також з різницею в одинадцять днів проходять фази «цвітіння-фізіологічна стиглість», у випадках фазах «контролю» та внесення Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га. «Сходи-фізіологічна стиглість» різниця між Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га і Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га 1 день.

На ефективність поглинання поживних речовин поверхнею листа впливають різні фактори. Поліпшити надходження поживних речовин рослинами допомагає врахування загальних принципів позакореневого підживлення [7].

Таблиця 1. Тривалість міжфазних періодів гібриду соняшнику залежно від позакоренових підживлень, доба (середнє за 2024-2025 рр.)

Гібрид	Позакореневе підживлення	Міжфазні періоди			
		сівба-сходи	сходи-цвітіння	цвітіння-фізіологічна стиглість	сходи-фізіологічна стиглість
ЕС Белла	Контроль	12	43	55	98
	Склероцид 2 л/га Гуміфілд 1,5 л/га	13	45	60	105
	Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га	14	47	65	110
	Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га	13	48	66	112

У таблиці 2 представлено площу листової поверхні рослин гібридів соняшнику, що визначали у дослідженні.

Чим краще формується площа листя, тим більше сонячного світла використовує рослина, що збільшує собою урожай.

Таблиця 2. Площа листової поверхні гібридів соняшника залежно від позакоренових підживлень, тис. м²/га (в середньому за 2024-2025 рр.)

Гібрид	Позакореневе підживлення			
	Контроль	Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га	Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га	Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га
ЕС Белла	2-3 пари листів			
	0,2	0,3	0,4	0,5
	Утворення кошика			
	14	15,8	17	17,3
	Цвітіння			
	39,5	46,5	50	50,9

Внесення різних доз позакоренового підживлення позитивно вплинуло на поверхню листя. Тому у фазі 2-3 пари листів застосування позакоренових підживлень на гібрид ЕС Белла в дозі Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га збільшує аналізований показник на 33,33%, у випадку внесення Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га – на 50%, а при використанні Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га показник збільшується на 60%. В період цвітіння у фазі цвітіння Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га збільшує площу листової поверхні в порівнянні з контролем на 15,05%, а вже при внесенні Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га на 22,52%.

Отже, обробка насіння та позакореневе підживлення соняшнику має прямий вплив на площу листової поверхні, а тому, при внесенні більшої дози добрива збільшується площа, як це видно у таблиці 3 при внесенні препаратів.

Проведені в польовому експерименті визначення, показали, що вивчений в досліді поживний фон, який суттєво впливав на елементи структури врожайності

гібрида соняшнику, багато в чому визначив головний показник сільськогосподарських культур – його врожайність. Урожайність насіння в польовому досліді коливалася від 2,4 до 3,39 т/га залежно від досліджуваних факторів (табл. 3).

Таблиця 3. Урожайність насіння гібриду ЕС Белла соняшнику залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, т/га (в середньому за 2024-2025 рр.)

Гібрид	Позакореневе підживлення			
	Контроль	Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га	Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га	Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га
ЕС Белла	2,38	3,20	3,35	3,41

HP_{05} для факторів, т/га: для фактора А, В – 0,63;
для взаємодії АВ – 1,09.

Урожайність насіння в польовому досліді коливалася від 2,28 до 3,41 т/га залежно від досліджуваних факторів, адже все залежить від кількості внесеного позакоренових підживлень. Тому, при порівнянні фаз, контролю та внесення Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га, можна сказати, що урожайність зросла на 0,82 т/га; Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га – 0,97 т/га, а при внесення Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га урожайність гібрида збільшується на 1,03 т/га. Тобто, при обробці насіння та внесенні позакореневого підживлення збільшується урожайність соняшника. Дане дослідження зобразимо рисунку 1.

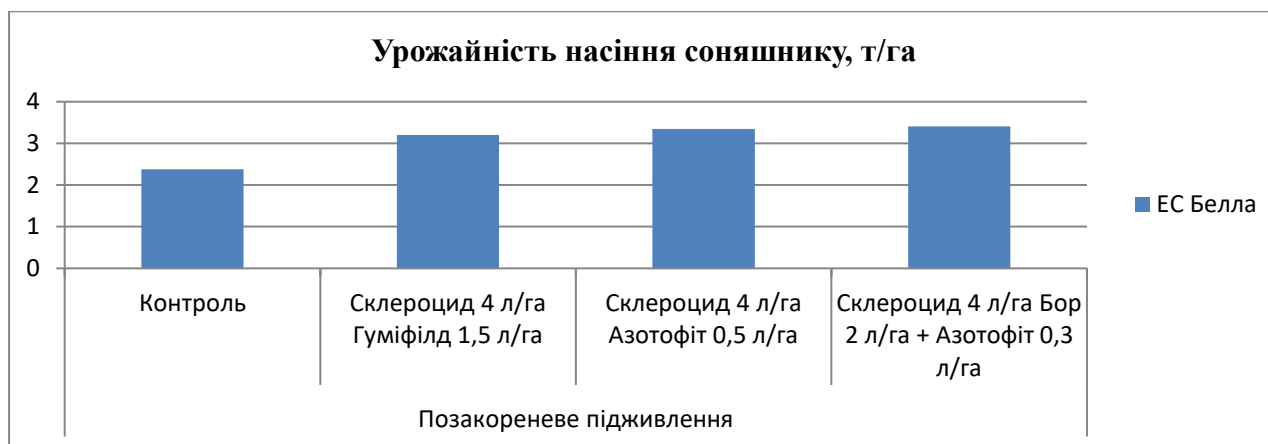


Рис. 1 Урожайність гібридів соняшнику залежно від обробки насіння та внесення позакоренових підживлень, т/га.

В порівнянні з ділянками, де здійснювався контроль, та на тих, де в досліджених гібридах вносили препарати, позитивно вплинув на урожайність насінин. Тому внесення Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га призвело до збільшення врожаю насіння в середньому на 25 %, при Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га на 28,35 %. Урожайність насіння збільшилось в середньому на 29,20 % при використанні дози Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га порівняно з районами, де добрив не застосовували.

Висновки. В результатів проведення досліджень можна зробити наступні

висновки на тему ефективності обробки насіння та застосування позакореневого підживлення на насінневу продуктивність соняшника:

1. Застосування позакореневих підживлень Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га період «сівба-сходи» та Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га достигли протягом 13 днів, а при внесенні Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га то даний період настав на 14 день. Період «сходи-цвітіння» на фазі «контроль» досягає на 43 день, а при внесенні Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га на 48 день, що означає довший розвиток соняшника, що позитивно впливає на урожайність насіння. Також з різницею в 12 днів проходять фази «цвітіння-фізіологічна стиглість», у випадках фазах «контролю» та внесення Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га. «Сходи-фізіологічна стиглість». Різниця між Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га і Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га 1 день;

3. Внесення різних доз позакореневого підживлення позитивно вплинуло на площу листя. Використання позакореневого підживлення в дозі Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га збільшує аналізований показник на 33,33%, у випадку внесення Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га – на 50%, а при використанні Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га показник збільшується на 60%. В період у фазі цвітіння Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га збільшує площу листової поверхні в порівнянні з контролем на 15,05%, а вже при внесенні Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га на 22,52%;

4. Урожайність насіння в польовому досліді коливалася від 2,38 до 3,41 т/га Тому, при контролі та внесення Склероцид 4 л/га Гуміфілд 1,5 л/га, можна сказати, що урожайність зросла на 0,8 т/га; а де вносили Склероцид 4 л/га Азотофіт 0,5 л/га – 0,97 т/га, а у випадку внесення Склероцид 4 л/га Бор 2 л/га + Азотофіт 0,3 л/га урожайність гібрида збільшується на 1,03 т/га.

Список використаної літератури

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

2. Мазур В.А., Колісник О.М. Вплив технологічних прийомів вирощування на насінневу продуктивність соняшнику. *Сільське господарство та лісівництво* 2021 №4 (23). С. 5-15.

3. Ходаніцька О.О., Колісник О.М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва Прага. 2020 №10 С.45-49.

4. Бутенко А. О. Сортові особливості формування урожаю соняшнику в умовах північносхідної України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 / А. О. Бутенко; Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 2005. 20 с.

5. Домарацький О.О., Сидякіна О.В., Іванів М.О., Добровольський А.В. Біопрепарат нового покоління групи Хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 51 – 56.

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

7. Паламарчук В.Д., Колісник О.М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та еколого безпечного розвитку сільських територій. Вінниця: «Друк», 2022. 372 с.

Микола ШТИПА2

студент 3 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ТОМАТІВ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ ВІД РОЗВИТКУ ЗБУДНИКА ФІТОФТОРОЗУ ЗА ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Анотація. Вирощування томатів з використанням засобів захисту органічного походження є дуже актуальним в наш час, адже споживач потребує органічно чистої продукції вирощеної без використання хімічних препаратів. Метою дослідження було обґрунтування технології вирощування томатів в умовах закритого ґрунту з використанням фунгіцидів біологічного походження. В досліді вивчалася ефективність дії фунгіцидів біологічного походження на збудника фітофторозу в агроценозі томату (гібрид Порпора F1) в умовах закритого ґрунту. Серед біологічних фунгіцидів вивчалися Фітоцид КС, Мікохелп, Viridin (Триходермін). Встановлено, що всі досліджувані нами біофунгіциди сприяли зменшенню відсотка ураження рослин томатів фітофторозом та іншими розповсюдженими в закритому ґрунті хворобами, що в кінцевому результаті забезпечило прибавку урожаю залежно від застосовуваного біопрепарата від 4,2 до 6,3 кг/м² або 60,0-90,0 %, в порівнянні з контрольним варіантом всередньому за два роки досліджень (2023-2024 рр).

Ключові слова. Томати, біофунгіциди, фітофтороз, урожайність, ефективність

Annotation. Growing tomatoes using organic pesticides is very relevant nowadays, as consumers need organically pure products grown without the use of chemicals. The aim of the study was to substantiate the technology of growing tomatoes in closed soil conditions using fungicides of biological origin. The experiment studied the effectiveness of fungicides of biological origin on the pathogen of late blight in the tomato agrocenosis (hybrid Porpora F1) in closed soil conditions. Among the biological fungicides studied were Phytocid KS, Mikohelp, Viridin (Trichodermin). It was found that all biofungicides studied by us contributed to a decrease in the percentage of tomato plants affected by late blight and other diseases common in

2 Науковий керівник: Аралова Т.С., канд. с.-г. н. ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ

closed soil, which ultimately provided an increase in yield, depending on the biological product used, from 4.2 to 6.3 kg/m² or 60.0-90.0%, compared to the control option on average over two years of research (2023-2024).

Keywords. *Tomatoes, biofungicide, phytophthora, productivity, efficiency*

Вступ. Томат (*Solanum lycopersicum*) є однією з найпоширеніших овочевих культур, яку вирощують в Україні та світі. Цю культуру можуть вирощувати як у польових умовах, так і в закритих системах. У розвитку агросектору України томати відіграють ключову роль серед вирощування овочів. Томати займають 2-е місце серед овочевих культур. В Україні їх щорічно вирощують приблизно на 240 тис. га, що становить 23% від загальної площі, зайнятої овочевими культурами. За 2024 рік у світовому рейтингу Україна опинилася на 19 сходинці з виробництва томатів, виробивши 1,3 млн тон овочів [1, 2].

Вирощування томатів за органічною технологією передбачає використання природних методів без хімічних добрив і пестицидів. Перед посадкою ґрунт удобрюють перегноєм, компостом або сидератами. Насіння замочують у біостимуляторах, щоб покращити схожість. Догляд включає регулярний полив теплою водою та мульчування соломою чи травою для збереження вологи [3].

В умовах закритого ґрунту найбільш поширеними є хвороби фітофтороз, сіра гниль, вертицильозне в'янення, борошниста роса, кладоспоріоз. Фітофтороз (*Phytophthora infestans* Mont.) – це хвороба, котра викликається грибком і вражає кущі томатів як у відкритому, так і закритому ґрунтах. Білуватий наліт з'являється знизу листочків, підшкірні білуваті плями – на помідорах, а бурокоричневі плями проявляються на лицьовій стороні листя та стеблах. Спричиняє значному зменшенню врожайності, а також може призвести до повної загибелі рослини [4].

В органічному землеробстві для захисту від фітофторозу використовують біопрепарати згідно ефективних і правильних інструкцій та інших схем обробітку. Якщо хвороба вже є або була поширена на грядках, потрібно збільшувати дозування та зменшувати інтервал між обробками. Дані обробки можуть бути необхідні до двох разів на тиждень, залежно від стану рослин [5].

Виклад основного матеріалу. В досліді вивчалася ефективність дії фунгіцидів біологічного походження на збудника фітофторозу в агроценозі томату (гібрид Порпора F1) в умовах закритого ґрунту. Порпора F1 є раннім індетермінантним гібридом, виведений фахівцями з італійської компанії Esasem. Кущі можуть досягати 1,8 м у висоту, утворюючи при цьому 7-8 кистей і до 15 помідорів черрі на кожній із них. Кожна кисть може досягати до 400 грамів. Помідори круглі, яскраво-червоного кольору, вагою в середньому 25 грамів. Норма висадки рослин у теплиці: у ряду 3 рослини на 1 м² [6].

Площа облікової ділянки 2 м², з чотирикратною повторюваністю, з послідовним розміщенням ділянок.

Дослідження проводилося протягом 2023-2024 рр. на базі тепличного господарства ННІ агротехнологій та природокористування ВНАУ.

Насіння томату гібриду Порпора F1 висівали в четвертій декаді квітня,

коли середньодобова температура коливається в межах 15° С. Висаджували розсаду у теплиці в кінці травня, коли рослини вже мали по 7–9 справжніх листків і були до 25 см у висоту. На 1 м² рядку припадає 3 рослини томатів.

Показники вологості та температури повітря в тепличному комплексі підтримувалися в автоматичному режимі, що створювало оптимальні умови для томатів. Система поливу автоматизована. Обробка проводилася відповідно до схеми дослідів, з використанням ранцевого оприскувача.

Впродовж всього вегетаційного періоду велися спостереження за станом рослин на оброблених біологічними фунгіцидами ділянках. Відмічали пошкодження хворобами рослин, та як саме діють ті чи інші біофунгіциди.

Протягом нашого дослідження найбільше ураження томатів спостерігалось збудником фітофторозу (*Phytophthora infestans* Mont.). Дослідження були направлені на дослідне технологічне вивчення ефективності застосування сучасних біологічних фунгіцидів щодо контролю даної хвороби томатів закритого ґрунту. Серед біологічних фунгіцидів вивчалися Фітоцид КС, Мікохелп, Viridin (Триходермін) (табл. 1).

Фітоцид КС – це біопрепарат фунгіцидної дії, до складу якого входять живі природні бактерії *Bacillus subtilis*. Він призначений для передпосівної обробки насіння, для обробки розсади томатів перед висаджуванням, а також для обприскування рослин у період вегетації. Він пригнічує розвиток фітопатогенів таких хвороб як: фітофтороз, альтернаріоз, фузаріоз та інші. Одним із обробітків є обприскування розсади перед висаджуванням у ґрунт. Також рослини обприскують у період вегетації з інтервалом 10-15 днів. Рекомендованою нормою обробітку рослин є використання 2,5–3,0 л/га.

Фунгіцид Мікохелп складається з суміші сапрофітних грибів-антагоністів роду *Trichoderma*, бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*, біологічно-активних продуктів життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів. Цей препарат пригнічує розвиток фітопатогенів, які викликають кореневі та плодові гнилі, захищає рослини від збудників широкого спектру бактеріальних та грибкових хвороб томатів. При регулярних обробітках культури набувають стійкості до різних захворювань, підвищують свою стійкість до умов навколишнього середовища, покращують термін зберігання та зовнішній вигляд плодів. Обприскування проводять у період вегетації з інтервалом 10–15 днів. Рекомендованою нормою обробітку є використання 3,0–5,0 л/га.

Viridin (Триходермін) містить спеціально відібраний штам гриба *Trichoderma* з посиленням синтезом широкого спектру природних фунгіцидних і біологічно активних речовин. Гриб пригнічує розвиток фітопатогенів хвороб прямим паразитуванням, конкуренцією за субстрат, виділенням ферментів, антибіотиків (гліотоксин, віридин й інші), а також інших біологічно активних речовин, які пригнічують розвиток багатьох видів збудників. У ґрунті гриб розвивається використовуючи різні рослинні залишки, на яких присутні фітопатогенні організми, що дозволяє очистити ґрунт від збудників хвороб. Обприскування у період вегетації – 20 г / 5 л води / 1 сотку.

Ураження рослин визначали через огляд 10 рослин з середини ділянки у

чотирьох повтореннях. Облік ураження рослин хворобою проводили на 14-й день після обприскування, користуючись відповідною фітопатологічною шкалою.

Таблиця 1. Схема досліду із вивчення фунгіцидів за їхнього використання на томатах в умовах захищеного ґрунту за крапельного зрошення (2023-2024 рр.)

Варіант	Обприскування			
	Норма витрати препарату, л/га	у фазу сформованих 8–10 листків на головному пагоні	у фазу появи 1–3 суцвіття	у фазу початку росту плодів
1.Контроль (обприскування водою)				
2.Фітоцид КС	2,5–3,0 л/га	у фазу сформованих 8–10 листків на головному пагоні	у фазу появи 1–3 суцвіття	у фазу початку росту плодів
3.Мікохелп	3,0–5,0 л/га	у фазу сформованих 8–10 листків на головному пагоні	у фазу появи 1–3 суцвіття	у фазу початку росту плодів
4.Viridin (Триходермін)	20 г/5 л води /1 сотку	у фазу сформованих 8–10 листків на головному пагоні	у фазу появи 1–3 суцвіття	у фазу початку росту плодів

Поширення фітофторозу на томатах визначали за такою формулою:

$$\Pi = n \times 100 / N ,$$

де Π – поширення хвороби томатів, %; n – кількість хворих рослин; N – загальна кількість вибраних для обліків рослин томатів.

Розвиток фітофторозу на рослинах визначали за наступною формулою:

$$\Pi = 100 \times \sum a-b / n-B,$$

де $\sum(a \times b)$ – сума добутків кількості хворих рослин томатів (a) на відповідний бал їхнього ураження (b); n – загальна кількість вибраних для обліків рослин томатів; B – найвищий бал шкали, за якою проводили облік ураження рослин томатів хворобами.

Ефективність дії систем захисту рослин томатів від хвороби розраховували так:

$$E_d = R_k - R_d / R_k ,$$

де R_k – показник розвитку хвороби на рослинах на контролі; R_d показник розвитку хвороби рослин на варіанті з даною системою захисту.

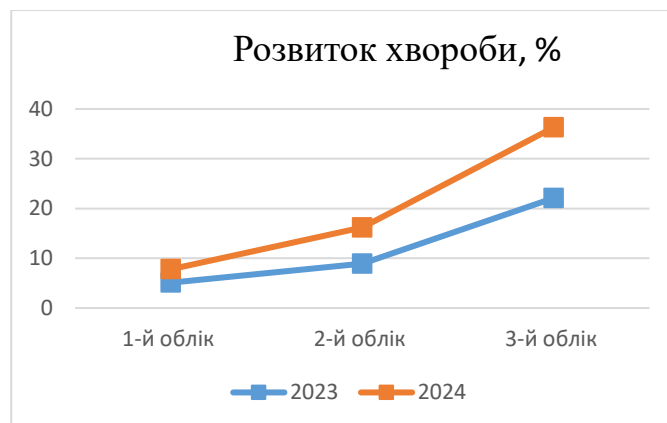
Система вивчення біопрепаратів у досліді відповідала стандартній методології для умов захищеного ґрунту. Статистичну оцінку отриманих даних, що отримали проводили на підставі загальних методик дисперсійно-факторного аналізу [7].

Системи захисту рослин порівнювали за дією біологічних фунгіцидів та господарською, а також економічною ефективністю базуючись на обліку збереженого врожаю у вираженні додатково отриманого врожаю плодів з розрахунку в кг на м² відносно до загальної системи обліку показника у дослідях [8].

Оцінка фітоценотичного стану рослин томатів. За період досліджень ступінь ураження кущів фітофторозом в тепличному агроценозі гібриду Порпора F₁ був середній (21,8%) і сильний (33,9%). Динаміку розвитку фітофторозу на рослинах томатів гібриду Порпора F₁ на контрольному варіанті протягом 2023–2024 рр. представлена в таблиці 2 та графіку 1.

Таблиця 2. Динаміка розвитку фітофторозу на рослинах томатів гібриду Порпора F₁ на контрольному варіанті (2023–2024 рр.)

Рік	Розвиток хвороби, %			Ступінь ураження на кінець вегетації, бал (розвиток хвороби (%))
	1-й облік	2-й облік	3-й облік	
2023	5,1 ± 1,2	8,9 ± 1,3	22,1 ± 2,2	4 (33,9 ± 2,8)
2024	2,7 ± 1,7	7,3 ± 1,8	14,2 ± 2,3	3 (21,8 ± 2,4)



Графік 1. Динаміка розвитку фітофторозу на рослинах томатів гібриду Порпора F₁ на контрольному варіанті (2023–2024 рр.)

Слід зазначити, що рівень ураження томатів фітофторозом був на рівні з середнім багаторічним ураженням плодів томатів, вирощених в теплицях України. Рекомендовано ретельний моніторинг фітофторозу в тепличному комплексі та застосування відповідних профілактичних заходів перед початком висадки рослин томатів.

Ефективність захисту томатів в умовах закритого ґрунту. Ефективність захисту томатів гібриду Порпора F₁ від фітофторозу протягом 2023–2024 рр. представлена в табл. 3.

Представлені результати дослідження засвідчили, що найефективнішим біофунгіцидом для захисту рослин томатів від фітофторозу виявився Мікохелп, ефективність якого всередньому за два роки досліджень (2023–2024 рр) склала 85,4%, дещо поступився йому Viridin (Триходермін), ефективність відповідно склала 82,8%, ефективність застосування Фітоциду КС в наших дослідженнях була найнищою і становила всередньому 72,5%.

Господарська ефективність усіх досліджуваних біопрепаратів була досить

високою, прибавка урожаю плодів томатів порівняно з контрольним варіантом в 2023 р. склала 4,4-6,8 кг/м², в 2024 4,0-5,8 кг/м². Щодо, господарської ефективності, то найвищою вона була за застосування біофунгіциду Мікохелп, зокрема середня маса одного плоду томатів гібриду Порпора F₁ становила всередньому за два роки досліджень 163,5 г, що на 19,5 г більше ніж на контрольному варіанті; вихід товарних плодів склав всередньому за два роки 93,8%, що на 14,5 % вище в порівнянні з контролем; урожайність на даному варіанті становила всередньому 13,5 кг/м² що було вищим від урожайності на контрольному варіанті на 6,3 кг/м².

Таблиця 3. Ефективність захисту томатів гібриду Порпора F₁ від фітофторозу (2023–2024 рр.)

Варіант досліджу		Розвиток хвороби, %		Технічна ефективність, %		Урожайність, кг/м ²	
		2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.
1	Контроль (обприскування водою)	33,9 ± 2,8	21,8 ± 2,4	–	–	6,3 ± 1,6	8,1 ± 1,6
2	Фітоцид КС (2,5–3,0 л/га)	7,6 ± 1,7	6,1 ± 1,2	77,6 ± 4,2	67,4 ± 4,5	13,1 ± 2,4	13,9 ± 1,5
3	Мікохелп (3,0–5,0 л/га)	4,6 ± 1,4	3,4 ± 1,1	86,4 ± 3,5	84,4 ± 2,5	10,7 ± 1,6	12,1 ± 1,9
4	Viridin (Триходермін) (20 г/5 л води/ 1 сотку)	5,1 ± 1,6	4,2 ± 1,3	84,9 ± 3,2	80,7 ± 4,3	12,1 ± 1,9	13,6 ± 1,9
НІР ₀₅		1,9	1,7	0,7	1,8	0,89	0,79

Висновки. Встановлено, що всі досліджувані нами біофунгіциди, а саме – Фітоцид КС, Мікохелп, Viridin (Триходермін) сприяли зменшенню відсотка ураження ролин томатів фітофторозом та іншими розповсюдженими в закритому ґрунті хворобами. Найкращі результати отримано за обробки рослин препаратом Мікохелп: ураженість томату фітофторозом в 2023 р. зменшилася на 29,3 %, а в 2024 р. – на 18,4%. Ми вважаємо, що це пов'язано з тим, що до складу препарату входить суміш сапрофітних грибів-антагоністів роду *Trichoderma*, бактерії *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum* та біологічно-активні продукти життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів.

Досліджено, що в цілому на формування урожайності плодів томатів застосування біофунгіцидів Фітоцид КС, Мікохелп та Viridin (Триходермін) проти хвороб та, зокрема, і фітофторозу вплинула позитивно, прибавка урожаю залежно від застосовуваного біопрепарату склала 4,2-6,3 кг/м² або 60,0-90,0 %, в порівнянні з контрольним варіантом всередньому за два роки досліджень (2023-2024 рр.). то найвищою вона була за застосування біофунгіциду Мікохелп, зокрема середня маса одного плоду томатів гібриду Порпора F₁ становила всередньому за два роки досліджень 163,5 г, що на 19,5 г більше ніж на

контрольному варіанті; вихід товарних плодів склав всередньому за два роки 93,8%, що на 14,5 % вище в порівнянні з контролем; урожайність на даному варіанті становила всередньому 13,5 кг/м² що було вищим від урожайності на контрольному варіанті на 6,3 кг/м².

Список використаних джерел

1. Агротехніка вирощування томатів. *Насіння Черкащини*. URL: <https://nas.ck.ua/statti/20-agrotekhnika-viroshchuvannya-tomativ>
2. Опис та характеристика рослини Помідор їстівний. *Аграрії разом*. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/pomidor-istivniy>
3. Вирощування помідорів методами органічного землеробства. *Scientific Progress & Innovations*. 24.09.2021. URL: <https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1536>
4. 11 основних хвороб томатів. *GradinaMax*. 27.03.2018. URL: https://gradinamax.com.ua/ua/articles/chem-boleut-tomaty?srsltid=AfmBOooTsFOa-0gWCJOvHN90RFveQ8bohCeWRejvYJ0IHHAorz2J_2gH
5. Біо-препарати проти фітофторозу профілактика і лікування. *Екозаряд*. 2023. https://ecozaryad.com/bio-preparaty-proty-fitoftorozu-profilaktyka-i-likuvannya/?srsltid=AfmBOoqEICHGZ6OCuxKbaeBs-uW0o-ABcqR7K_WNAr7raC3X--gSJrgU
6. Насіння томатів Порпора F1 (Porpora F1). *ВесноДАР*. 2025. URL: <https://vesnodar.com.ua/ua/semena-tomatov-porpora-f1>
7. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин ; за наук. ред. Ткачик С. О., канд. с.-г. наук. Київ : Нілан. 2014. 74 с.
8. Ушкаренко В.О., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д.С. 2014. 448 с.

Roman HNOT3,
4th year higher education student,
National Research Institute of Agrotechnology and Environmental
Management
Faculty of Agronomy, Horticulture and Plant Protection,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

IMPLEMENTATION OF PRECISION AGRICULTURE TECHNOLOGIES INTO THE SYSTEM OF MODERN AGRICULTURAL PRODUCTION ORGANIZATION

***Annotation.** The article examines the features of organizing agricultural production in the context of implementing precision agriculture. It demonstrates that the use of modern monitoring technologies, automation, and resource management provides significant economic benefits, including cost reduction and yield stability. Organizational advantages are manifested in the optimization of machinery operations, minimization of human factor influence, and the transition from chaotic management to systematic planning. An important aspect is also the social impact – the enhancement of staff qualifications and the dissemination of modern competencies in rural communities. At the same time, the article highlights the challenges that hinder the digitalization of the agricultural sector, such as high investment costs, resistance of personnel to innovations, and a shortage of skilled specialists in the AgriTech field. It is concluded that precision agriculture is a strategic approach to the sustainable development of agricultural production and strengthening food security in Ukraine.*

***Keywords:** precision agriculture, production management, efficiency.*

***Анотація.** У статті розглянуто особливості організації сільськогосподарського виробництва в умовах впровадження точного землеробства. Показано, що використання сучасних технологій моніторингу, автоматизації та управління ресурсами забезпечує суттєвий економічний ефект, зокрема скорочення витрат та стабільність урожайності. Організаційні переваги проявляються в оптимізації роботи техніки, мінімізації впливу людського фактору та переході від хаотичного управління до системного планування. Важливим є і соціальний аспект – зростання кваліфікації працівників та поширення сучасних компетенцій у сільських громадах. Разом із тим, наголошено на проблемах, що стримують розвиток цифровізації аграрного сектору: високих інвестиційних витратах, навчанні персоналу нововведенням і нестачі кадрів у сфері AgriTech. Підсумовано, що точне землеробство виступає стратегічним підходом до сталого розвитку аграрного виробництва та зміцнення продовольчої безпеки України.*

3Scientific advisor: Alieksieieva O. V., Doctor of Philosophy in Entrepreneurship, Trade and Exchange Activities, Senior Lecturer at the Department of Agrarian Management and Marketing

Ключові слова: *точне землеробство, організація виробництва, ефективність.*

Introduction. In the context of global changes, agricultural production in Ukraine is facing new challenges. Droughts, uneven rainfall, and sharp temperature drops reduce the stability of yields and require modern approaches to management. The rise in the cost of material and energy resources forces farmers to control costs more carefully, and the shortage of personnel complicates the implementation of the latest technologies. At the same time, Ukraine has a strong potential for digitalization of the agro-industrial complex, as it is one of the largest producers and exporters of grain in the world. Precision farming is becoming a key tool for increasing efficiency: it not only saves resources, but also contributes to the rational use of land and increases competitiveness. Unlike traditional methods that involve the same application of technologies across the entire field, it is based on a differentiated approach, taking into account the characteristics of soils, relief and microclimate. This means a transition from mass farming to an intelligent management system where decisions are made based on data, not “intuition” [1, 2].

Presentation of the main material. The introduction of precision agriculture is not just a technical update, but a change in the entire system of production organization, where information becomes the main resource. Modern sensors, drones and satellites provide data that must be correctly analyzed and applied. At the heart of the process is trained personnel who make decisions based on accurate indicators. This approach changes the logic of resource use: instead of the principle of «apply more – get more», selective application is applied only where necessary. This allows you to save money, increase efficiency and form a culture of sparing attitude to soils. So, we are talking about a new system of labor organization and management, which brings agricultural production to a qualitatively new level [2].

The transition to precision agriculture is changing the farm management system. If earlier planning was based on experience and “intuition”, now digital technologies play a leading role. Yield maps, real-time monitoring of soils and crops allow planning work based on accurate data. The human factor fades into the background: errors are minimized, and workers become operators and analysts. Machines automatically adjust the rates of fertilizer and protection products, taking into account the characteristics of the field. At the heart of the transformation is the use of data for decision-making, which transfers the farm to a “data-to-action” model, making production more efficient, predictable and sustainable [2].

Recent advances in precision agriculture clearly demonstrate that the new agricultural management system is based on scientifically sound data and confirmed by practical research. If earlier the farmer made decisions mainly on the basis of experience and “intuition”, today digital technologies come to the fore. Instead of «intuitive» fertilizer distribution, task maps are used, allowing nutrients to be applied where they are needed most. This not only increases efficiency, but also significantly reduces resource consumption. Traditional paper logs, which required a lot of time to maintain and check, are replaced by modern farm management systems, such as Farm

Management. Thanks to this, all data is stored in one place, analytics are available in real time, and management decisions are made faster and more accurate. It is worth noting the contribution of the company FRENDR, which conducts research on the effectiveness of precision farming technologies. According to their data, differential fertilization allows saving up to 40% of nitrogen resources, which for a field of 250 hectares means saving about 15 thousand euros every year. Studies also confirm that reducing soil compaction helps to increase the efficiency of nitrogen use by 40–80%. In addition, the introduction of precision farming in 15–25% of farms by 2030 could provide an increase in global yields by 10–15%, reduce greenhouse gas emissions by 10% and reduce water use by 20%. Such results indicate that modern tools proposed by FRENDR have not only an economic but also an environmental effect, as they allow combining productivity with the rational use of natural resources [3].

The «7 Levels of Precision Farming» (fig. 1) system developed by FRENDR is a thoughtful, logical path for a farm to transition to a digital management model. It is based on the idea that the introduction of technologies should be gradual and consistent in order to avoid unnecessary waste of time, resources and personnel, and to ensure maximum efficiency [3].

The first level, «Basic», of precision farming implementation lays the foundation for the entire system. Its purpose is to create conditions for collecting reliable data, organize management of equipment and fields, and ensure recording of all operations performed. An audit of equipment is carried out, an inventory of the machine and tractor fleet is carried out, the availability of modern equipment, the possibility of equipping with GPS modules and the need for modernization are determined, which forms the basis for digitalization. Digital field contours and RTK network, electronic maps with accurate field boundaries are created, and the RTK signal provides accuracy up to 2–3 cm, which is especially important for sowing, inter-row cultivation and application of crop protection products. Parallel driving and directions of operations, parallel driving systems help to avoid overlaps and gaps, save fuel and time, increase productivity and accuracy of operations. Data storage and analysis software, such as Cropwise Operations, integrates data on operations, routes, and yields, stores and analyzes the information, creating a basis for planning the next steps [3, 4].

The second level of the «Mandatory» precision farming system focuses on section-by-section shutdown and the implementation of technological tracks. These tools can significantly increase the accuracy of field work and reduce costs. Section-by-section shutdown eliminates overlap during fertilizer or plant protection product application. This reduces resource overspending and prevents damage to the crop by ensuring uniform distribution of preparations. Technological tracks organize clear routes for equipment movement, reduce soil compaction, and optimize work planning. Thus, the second level becomes a transitional stage from basic digitalization to production optimization, when accuracy and resource saving come to the fore [3, 4].



Fig. 1. System of implementation of precision agriculture «7 levels».
Source: formed by the author based on [3].

The third level, «Technological», involves deeper integration of digital tools into the precision farming system. At this stage, the farm moves from basic solutions (GPS navigation, parallel driving) to collecting and analyzing soil and agrochemical data, monitoring the condition of the soil, and the quality of all operations. An important component is agrochemical field survey, which allows you to determine the actual content of nutrients in the soil and create fertility maps. This makes it possible to avoid excessive or insufficient fertilizer application and ensures optimal crop nutrition. Monitoring soil compaction is no less important. Special devices help identify areas where the soil structure has deteriorated due to excessive use of heavy machinery or weather conditions. Such areas require deep loosening so that the plant root system can develop normally. Another key aspect is assessing the quality of operations. Precise control systems record deviations during sowing, fertilizing, or spraying, which allows for prompt corrections and increases the efficiency of technological processes [3, 4].

Level four «Precision Farming» is a key stage in the development of modern agricultural technologies, when production management is based not only on general agronomic norms, but on specific data from each field or even its individual section. This allows for the most efficient use of resources and consistently high yields. Yield mapping is an important tool. Modern combines equipped with sensors record productivity on each square meter of the field during harvesting. As a result, a map is formed that reflects the heterogeneity of the crop. It shows strong and weak areas, helping to understand why plants developed differently. The next step is to create task maps for working with a variable rate. Based on agrochemical analysis data and yield maps, the agronomist creates electronic maps that indicate to the equipment exactly how much fertilizer, seeds or pesticides need to be applied to a specific area. This opens up the opportunity to work «targetedly», without wasting resources where they are not

needed. The final element is the application of fertilizers with a variable rate (differential application). Modern technology automatically adjusts the dosage while driving through the field. This ensures uniform development of crops and allows you to reduce the cost of mineral resources without losing yield [3, 4].

The fifth level, «Agronomic Monitoring», is a logical continuation of precision agriculture, as it focuses on constant monitoring of the condition of crops and the conditions of their development. This is the level at which the agronomist receives operational data from various sources and, based on this, makes quick and informed decisions. One of the key tools is meteorological monitoring. Automatic weather stations collect information on temperature, precipitation, humidity, wind speed, and even the risk of disease development. This data allows predicting the condition of plants and timely planning of agrotechnical measures. Satellite monitoring is no less important, which provides regular receipt of images of fields from space. Vegetation indices (NDVI) are analyzed on their basis, which reflect the intensity of crop growth. This makes it possible to see problem areas of the field even before signs of stress become visually noticeable. Drone monitoring is also developing dynamically. Thanks to drones, the agronomist can obtain highly accurate images of fields at the right time. A separate direction is scouting, i.e., trips of agronomists directly to the fields for a visual inspection of crops. Despite the technological sophistication of modern agriculture, the living eye of a specialist remains indispensable: a scout can confirm data from drones or satellites and provide an accurate assessment of the situation [3, 4].

The sixth level, «Advanced», reflects the highest degree of digital integration of the farm, when precision farming technologies transition into comprehensive management of all production processes. At this stage, the following components play a key role. Precise application of plant protection products (PPP), thanks to variable rate systems and plant condition sensors, protection products are applied only where they are really needed, which allows you to reduce costs and the burden on the ecosystem. The next sub-item of the technological operations management system, automated complexes provide real-time control over the quality of work in the field, analyze the efficiency of machines and adjust processes to increase productivity. Farm management systems are programs that combine all information about the farm – from agronomic data to finances. They help plan crops, control resource stocks, keep agronomic journals and analyze the profitability of each crop. Dispatching and ERP systems provide full management integration – from logistics and equipment use to accounting and product sales. ERP solutions allow you to see the production picture «from above», minimize the human factor and build a long-term development strategy [3, 4].

The seventh level, «Field Management», is to take into account the internal heterogeneity of the field and work with it not as a single mass, but as a set of different zones. First, using agrochemical analyses, satellite images, and yield maps, homogeneous zones are identified that have similar soil properties and productivity potential. Then, the economic feasibility of applying technologies in these zones is assessed: some areas can provide maximum return on investment, while others require

minimizing costs. This allows you to optimize resources and avoid overspending. The final stage is variable rate sowing, when modern technology sows more seeds where conditions are most favorable, and less in areas with reduced potential. This approach ensures uniform plant development, increases yield, and allows you to use every square meter of the field with maximum benefit [3, 4].

The organizational features of the implementation of precision agriculture are no less important than the technical aspects. First of all, it is important to adhere to the phased approach: technologies should be introduced gradually, because an attempt to cover everything at once often leads to errors, staff overload and loss of interest. Step by step, the farm gains experience, and each new technology becomes a natural continuation of the previous one. An important element is the adaptation of personnel. To work effectively with modern systems, training of machine operators, agronomists and engineers is required. These are not only technical skills, but also the formation of the so-called "digital culture", when the team realizes the advantages of data analytics and modern approaches in production. In the process of digitalization, there is a redistribution of functions. The agronomist turns into a data analyst and process controller, the machine operator becomes an operator of high-tech equipment with GPS and autopilot, and the farm manager plays the role of a strategist who makes decisions based on accurate and timely data. Such a transformation allows you to increase efficiency and bring agricultural production to a qualitatively new level [5].

The managerial effect of implementing precision farming is manifested primarily in increasing the transparency of all production processes. Management is able to clearly track resource costs, control the discipline of work performance, and quickly respond to deviations. This creates conditions for greater responsibility and accountability of personnel. The second important aspect is the automation of accounting, which allows significantly accelerating planning and forecasting. Data from fields and equipment are collected in a single system that minimizes the human factor and errors. Thanks to this, managers can make decisions based on reliable information in real time. The most tangible result is increased profitability. Saving resources, accurate application of fertilizers and protective agents, optimization of fuel and labor costs – all this forms the main criterion for the effectiveness of modern production organization. Precision farming turns data into a tool for the stable development of the economy and strengthening its competitiveness [6].

The efficiency of organizing production through precision farming is manifested in several areas at once. First of all, the economic effect is tangible. Thanks to a more accurate distribution of resources, costs can be reduced and yields become more stable. This allows the farm not only to save, but also to plan future results more confidently. No less important is the organizational effect. The use of modern technologies optimizes the operation of equipment and ensures the rational use of resources. Automation of processes minimizes the risks associated with human errors, and also helps to get rid of chaotic and "manual management", which often causes losses and inconsistencies in work. Finally, it is worth noting the social effect. Precision farming requires new knowledge and skills, which contributes to improving the qualifications of workers. Mechanics, agronomists and engineers acquire modern competencies that

make them more sought-after specialists. As a result, this contributes to the development of rural areas, where a new work culture is being formed, focused on the technologies of the future [3, 6].

Problems and challenges in the implementation of precision agriculture remain quite tangible and require a systematic approach to overcoming them. First of all, it should be noted the high initial investments. The purchase of modern equipment, sensors, drones, software and satellite monitoring systems requires significant financial resources. For small farms, such costs can become a serious obstacle, because the payback of innovations requires time and proper management. Another problem is training personnel in innovations. Often, employees who are used to working using traditional methods are wary of digital technologies. They may consider them too complicated or even unnecessary, which hinders the effectiveness of implementation. It is worth emphasizing the lack of trained personnel in the field of AgriTech. Ukraine still lacks specialists who understand both agronomy and digital technologies. This creates a need for additional training and retraining of personnel, as well as closer cooperation between agribusiness and educational institutions [3, 6, 7].

Conclusions. The introduction of methods of organizing production based on precision agriculture is one of the key areas of increasing the efficiency of the modern agricultural sector of Ukraine. The use of digital technologies, monitoring systems, resource management and automation of production processes allows reducing costs, stabilizing yields and increasing the competitiveness of farms. The economic effect of such solutions is manifested in reducing production costs and optimizing the use of material and technical resources. The organizational result is the transparency of processes, reducing the influence of the human factor and the transition from chaotic manual management to systematic planning. At the same time, the social effect is reflected in the increase in the qualifications of employees and the spread of modern competencies in rural communities. As a result, it can be argued that precision agriculture is not only an innovative technology, but also a strategic approach to organizing production. It forms the basis for the sustainable development of the agricultural sector, ensures food security and creates new opportunities for the socio-economic growth of rural areas.

References

1. Precision Agriculture: Website: URL: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/tochne-zemlerobstvo-v-ukraini-shcho-ce-take-osoblivosti-yak-rozpochati/> (date of application: 28.08.2025).
2. Palamarchuk, V. D., Krychkovskyi, V. Yu., Palamarchuk, O. D., & Shuberanskyi, V. E. (2024). Innovative technologies in crop production. Vinnytsia.
3. Precision Agriculture: Website: https://www.frendt.ua/wp-content/uploads/2022/11/promobuk_tochne_zemlerobstvo.pdf (date of application: 28.08.2025).
4. Implementing Precision Agriculture: Website: URL: <https://frendt.ua/agriculture/> (date of application: 28.08.2025).
5. Organizational features: website: URL: https://www.researchgate.net/publication/347458420_Adoption_Barriers_for_Pr

ecision_Agriculture_Technologies_in_Canadian_Crop_Production (date of application: 28.08.2025).

6. Nuances of implementation and experience of precision agriculture: website: URL: <https://superagronom.com/articles/697-tochne-zemlerobstvo-tehnologichni-nyuansi-zaprovadjennya-ta-tochki-ekonomiyi--dosvid-agr-group> (date of application: 28.08.2025).

7. Precision farming to help the agronomist: features, possibilities, errors: website: URL: <https://superagronom.com/blog/770-tochne-zemlerobstvo-v-dopomogu-agronomu-osoblivosti-mojlivosti-pomilki> (date of application: 28.08.2025).

Олександра ТЕРЕЩЕКО4

студентка 2 курсу,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БУРЯКОВІ ДОВГОНОСИКИ (РІД BOOTHONODERES, РОДИНА CURCULIONIDAE) ТА ЇХ ВПЛИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКА СТОЛОВОГО

Анотація. Бурякові довгоносики є одними з найнебезпечніших шкідників столового буряка, здатними істотно знижувати врожайність і якість продукції. У статті подано узагальнення біологічних особливостей основних видів, зокрема звичайного та сірого бурякових довгоносиків, описано їхній життєвий цикл і фактори, що сприяють масовому поширенню. Розглянуто шкочинність личинок та дорослих особин у різних фазах розвитку буряка, наведено дані щодо поширення довгоносиків у бурякосійних регіонах України та їх впливу на врожайність. Окрему увагу приділено сучасним підходам до боротьби з цими шкідниками: агротехнічним, біологічним, хімічним та інтегрованим. Матеріал може бути корисним для виробничої практики та подальших наукових досліджень.

Ключові слова: буряковий довгоносик, стіловий буряк, врожайність, поширення, методи боротьби.

Annotation. Beet weevils are among the most dangerous pests of table beet, capable of significantly reducing yield and product quality. The article summarizes the biological features of the main species, including the common and grey beet weevils,

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

describing their life cycle and the factors contributing to mass spread. The harmful effects of larvae and adults at different stages of beet development are considered, with data on the distribution of weevils in beet-growing regions of Ukraine and their impact on yield. Special attention is given to modern control approaches, including agronomic, biological, chemical, and integrated methods. The material can be useful for agricultural practice and further scientific research.

Keywords: *beet weevil, table beet, yield, distribution, control methods.*

Вступ. Столовий буряк є важливою овочевою культурою, що має широке господарське значення завдяки високій харчовій цінності, використанню у свіжому вигляді, кулінарії та переробній промисловості. Він відзначається високим вмістом цукрів, органічних кислот, вітамінів і мінеральних речовин, що робить його незамінним компонентом у раціоні харчування людини. Вирощування столового буряка в Україні має давні традиції та є важливою складовою овочівництва, особливо у фермерських і присадибних господарствах. Проте стабільне виробництво цієї культури значною мірою ускладнюється дією шкідливих організмів, серед яких особливе місце займають бурякові довгоносики.

Бурякові довгоносики належать до групи спеціалізованих шкідників, що пошкоджують сходи та молоді рослини буряка, спричиняючи значне зрідження посівів. Їхня активність призводить до суттєвого зниження врожайності та погіршення якості продукції. У сприятливих умовах чисельність цих шкідників може досягати епіфітотійного рівня, коли втрати врожаю перевищують економічно допустимі норми. Особливу небезпеку становить рання весняна міграція жуків із місць зимівлі на поля, що збігається з появою сходів буряка. Актуальність проблеми посилюється тим, що ареал поширення бурякових довгоносиків охоплює практично всі бурякосійні регіони України. Вони здатні швидко адаптуватися до нових кліматичних умов і змін технологій вирощування, що робить їх контроль складним завданням.

Традиційні заходи боротьби часто виявляються малоефективними, особливо за високої чисельності шкідника та на фоні сприятливих погодних умов. У цьому контексті виникає потреба в системному вивченні біологічних особливостей довгоносиків, аналізі їх шкодочинності та поширення, а також у розробці ефективних методів контролю, що ґрунтуються на інтегрованому підході. Важливим завданням є також пошук нових екологічно безпечних технологій, що дозволять мінімізувати використання хімічних засобів і зберегти врожайність та якість продукції. Таким чином, впливу бурякових довгоносиків на врожайність столового буряка та узагальнення сучасних методів боротьби з ними є актуальним і практично значущим завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності виробництва культури та зміцненню продовольчої безпеки.

Біологічна характеристика бурякових довгоносиків. Бурякові довгоносики (рід *Bothynoderes* та споріднені види) належать до родини довгоносикових (*Curculionidae*). Серед них найбільш поширеними та

небезпечними для столового буряка є звичайний буряковий довгоносик (*Bothynoderes punctiventris*) і сірий буряковий довгоносик (*Tanymecus palliatus*). Обидва види відзначаються високою шкодочинністю та здатністю швидко розмножуватися за сприятливих умов.

Дорослі особини звичайного бурякового довгоносика мають овальне тіло завдовжки 10–16 мм, сірого або бурого забарвлення, вкрите дрібними лусочками, що маскують їх на поверхні ґрунту. Характерною ознакою є видовжений хоботок, за допомогою якого жуки пошкоджують молоді рослини. Личинки безногі, білуваті, з добре розвиненою головною капсулою, мешкають у ґрунті й живляться коренями. Сірий буряковий довгоносик має дещо менші розміри тіла (7–12 мм), світліше забарвлення та подібні морфологічні ознаки.

Бурякові довгоносики розвиваються з повним метаморфозом і за рік утворюють лише одне покоління. Зимують жуки у ґрунті на глибині 20–40 см. Навесні, за підвищення температури повітря до +8...+10 °С, вони виходять із місць зимівлі та активно мігрують на посіви буряка. Спочатку жуки живляться бур'янами з родини лободових, а після появи сходів переходять на культурні рослини. Самиці відкладають яйця в ґрунт на глибині 3–5 см, поодинокі або невеликими групами. Через 10–14 днів відроджуються личинки, які розвиваються упродовж двох місяців, живлячись кореневою системою буряка. Личинки старших віків здатні пошкоджувати головний корінь, що призводить до відставання рослин у рості та зниження врожаю. Лялечки формуються у ґрунтових колисках, після чого наприкінці літа відроджуються молоді жуки, які залишаються у ґрунті до весни (рис 1.).

Бурякові довгоносики характеризуються високою витривалістю та здатністю пристосовуватися до різних кліматичних умов. Вони найбільш активні у ранкові та вечірні години, а вдень ховаються у верхньому шарі ґрунту. Жуки добре пристосовані до голодування та можуть тривалий час зберігати життєздатність без корму. Масові спалахи чисельності спостерігаються за теплої сухої весни, що сприяє виживанню та розвитку личинок. Таким чином, бурякові довгоносики є поліфагами, біологічні особливості яких забезпечують їм високу пристосованість і шкодочинність. Знання їхньої морфології та життєвого циклу є основою для розробки ефективних заходів контролю [1, 2].



Рис 1. Звичайний буряковий довгоносик та пошкодження сходів буряка [6]

Ареал поширення та екологічні умови розвитку. Бурякові довгоносики поширені практично в усіх бурякосійних регіонах Європи та Азії. В Україні вони зустрічаються у більшості областей, де вирощують цукровий і столовий буряк. Найбільш чисельні популяції формуються в Лісостепу та Степу, де поєднання теплих весен і родючих ґрунтів створює сприятливі умови для їхнього розвитку. Звичайний буряковий довгоносик є типовим видом південних і центральних регіонів, де відзначають його найбільшу шкодочинність. Сірий буряковий довгоносик поширений ширше, оскільки краще пристосований до прохолоднішого клімату, тому трапляється навіть у північних районах. В окремі роки спалахи чисельності фіксують і в зонах, що раніше вважалися малосприятливими. На чисельність і розподіл довгоносиків значно впливають погодні умови. Теплі малосніжні зими сприяють високій виживаності жуків, тоді як суворі морози можуть знижувати їх популяцію. Сприятливими для розвитку є сухі та теплі весни, що забезпечують ранній вихід жуків із зимівлі та активну міграцію на поля. Надмірна вологість або тривалі дощі, навпаки, пригнічують активність жуків і зменшують виживаність личинок. Важливим чинником поширення довгоносиків є агротехнічні умови. Монокультура буряка, несвоєчасне знищення бур'янів, залишки рослин на полі створюють ідеальне середовище для розмноження. Натомість дотримання сівозміни, глибока оранка та рання сівба здатні обмежувати чисельність шкідника. Отже, ареал бурякових довгоносиків охоплює широкий спектр природно-кліматичних зон, а їх чисельність тісно пов'язана з погодними та агротехнічними факторами, що необхідно враховувати під час планування захисних заходів [1, 2,].

Бурякові довгоносики завдають значних збитків посівам столового буряка на всіх етапах його розвитку. Найбільш небезпечними є періоди сходів та початкового росту, коли навіть незначна кількість жуків може знищити значну частину молодих рослин. Дорослі жуки виїдають сім'ядольні та перші справжні листки, утворюючи численні отвори, що призводить до загибелі сходів або затримки росту. За високої чисельності пошкодження набувають масового характеру, і поля можуть втратити до половини посівів. Личинки, які розвиваються в ґрунті, пошкоджують коріння, спричиняючи пригнічення рослин, в'янення листків та зниження якості коренеплодів. Найбільші втрати врожаю спостерігаються за поєднання теплих весен і високої щільності популяцій. Пошкоджені рослини відстають у розвитку, формують дрібні коренеплоди з низьким вмістом цукрів і підвищеною схильністю до гниття під час зберігання.

Таким чином, шкодочинність бурякових довгоносиків проявляється як у кількісних, так і в якісних втратах врожаю. Знання рівня допустимих пошкоджень має вирішальне значення для своєчасного прийняття заходів боротьби. Для наочності впливу бурякових довгоносиків на врожайність столового буряка можна використати такі дані: Вплив пошкоджень бурякових довгоносиків на врожайність столового буряка (табл 1).

Поширення основних видів у бурякосійних регіонах. Бурякові довгоносики поширені практично на всій території України, проте їх чисельність і шкодочинність значно різняться залежно від природно-кліматичних умов.

Найвищий рівень заселення спостерігається у степових і лісостепових регіонах, де поєднання теплої весни та наявності кормової бази сприяє масовому розвитку шкідника. У північних районах чисельність довгоносиків менша, однак у роки зі сприятливими погодними умовами можливі спалахи популяцій. Звичайний буряковий довгоносик найчастіше трапляється у центральних і південних областях, тоді як сірий буряковий довгоносик поширений рівномірніше й зустрічається майже у всіх бурякосійних регіонах. Поширення бурякових довгоносиків у різних регіонах України

Регіон України	Переважаючі види довгоносиків	Рівень чисельності (екз./м ²)	Характер прояву шкодочинності
Північ (Полісся)	Сірий буряковий	0,5–1,5	Поодинокі пошкодження сходів, економічно незначні
Центр (Лісостеп)	Звичайний і сірий	2–5	Масове зрідження сходів, істотне зниження врожаю
Південь (Степ)	Звичайний	4–7	Суцільне пошкодження посівів, можливі втрати понад 50 %
Захід (Карпати)	Сірий	0,5–2	Пошкодження локального характеру, шкода помірна
Схід (Слобожанщина)	Звичайний і сірий	3–6	Середній або високий рівень пошкоджень, потребує захисту

Як видно з таблиці, найбільшої шкоди довгоносики завдають у центральних і південних регіонах України, тоді як у північних та західних областях їх значення менше. Це пов'язано з кліматичними особливостями та структурою посівних площ [2, 5].

Таблиця 1. Вплив пошкоджень бурякових довгоносиків на врожайність буряка столового [3, 5].

Рівень пошкодження рослин, %	Зниження врожайності, %	Зниження врожайності, ц/га	Характеристика пошкоджень
До 10	5-7	15-20	Поодинокі пошкодження листків, рослини здатні відновитися
11-25	10-15	25-40	Значна частина сходів пошкоджена, ріст уповільнений, формуються дрібні коренеплоди
26-50	20-35	50-90	Сильне зрідження посівів, коренеплоди деформовані, втрачають якість
51-75	40-50	100-150	Більшість рослин загинуть або відстане в рості, урожай низький і нерівномірний
Понад 75	55-70	160-200	Масова загибель сходів, урожай критично знижений, коренеплоди дрібні або не формуються

Методи боротьби з буряковими довгоносиками. Ефективна система захисту столового буряка від бурякових довгоносиків передбачає застосування комплексу заходів, які враховують біологічні особливості шкідників та умови їх розвитку. Сучасний підхід ґрунтується на інтегрованому захисті рослин, де поєднуються агротехнічні, біологічні та хімічні методи (табл 2.).

Агротехнічні заходи. До найважливіших належить дотримання сівозміни, що перериває цикл розвитку довгоносиків. Повернення буряка на те саме поле не раніше ніж через 3–4 роки істотно знижує чисельність шкідника. Рання та своєчасна сівба сприяє швидшому розвитку рослин, які стають менш уразливими до пошкоджень. Глибока зяблева оранка восени знищує значну частину жуків, що зимують у ґрунті. Регулярне знищення бур'янів із родини лободових позбавляє шкідника додаткової кормової бази.

Біологічні методи. В останні роки активно досліджуються можливості використання ентомофагів і мікробіологічних препаратів. Деякі види паразитичних нематод і грибів (*Beauveria bassiana*) здатні уражати личинок і дорослих довгоносиків. Застосування біопрепаратів дає змогу зменшити використання хімічних інсектицидів і знизити навантаження на довкілля.

Таблиця 2. Технічна ефективність інсектицидних протруйників проти звичайного бурякового довгоносика та сірого бурякового довгоносика буряка столового (2022 р.) [3].

Варіант	Норма (витрати препарату, г/га)	Звичайний буряковий довгоносик				Сірий буряковий довгоносик			
		Технічна ефективність на ... добу після сходів, %		Пошкодженорослин, %	Середній бал пошкодження	Технічна ефективність на ... добу після сходів, %		Пошкодженорослин, %	Середній бал пошкодження
		7	21			7	21		
Контроль (без обробки)	-	0	0	5,0	1,0	0	0	4,2	1,1
Гаучо 70 WS, з.п.	60,0	8,0	69,2	1,7	0,28	69,5	59,2	1,8	0,33
Пончо 600 FS, ТН	15,0	4,0	73,3	1,6	0,22	76,2	68,3	1,4	0,28
Форс Зеа 280 FS, ТН	0,3	8,2	80,4	1,0	0,19	86,6	76,5	1,1	0,25

Примітка: за даними науковців ВНАУ

Хімічні методи. Найбільш поширеними є обробки посівного матеріалу інсектицидними протруйниками, що захищають сходи на початкових етапах розвитку. За високої чисельності довгоносиків застосовують обприскування посівів інсектицидами контактної та системної дії. Важливо проводити обробки своєчасно – під час масового виходу жуків на поверхню та їх активного живлення.

Інтегрований захист. Найбільш перспективним є поєднання агротехнічних, біологічних і хімічних заходів. Використання сівозміни, глибокої оранки, знищення бур'янів у комплексі з біопрепаратами й хімічними засобами дає змогу

значно зменшити шкодочинність бурякових довгоносиків. Такий підхід є екологічно доцільним і економічно вигідним для виробництва столового буряка [4, 5].

Висновки. Бурякові довгоносики є одними з головних шкідників столового буряка в Україні, здатними спричиняти значне зниження врожайності та погіршення якості продукції. Вони поширені в більшості бурякосійних регіонів, особливо у центральних і південних областях, де кліматичні умови сприяють їх масовому розвитку. Шкодочинність довгоносиків проявляється як на початкових етапах росту рослин, так і під час формування коренеплодів, що зумовлює прямі та непрямі втрати врожаю. Для ефективного контролю чисельності цих шкідників необхідно застосовувати інтегровані системи захисту, що передбачають поєднання агротехнічних прийомів, біологічних засобів і хімічних препаратів. Дотримання сівоzmіни, своєчасний обробіток ґрунту та використання інноваційних методів боротьби є запорукою зменшення шкодочинності бурякових довгоносиків.

Таким чином, вирішення проблеми захисту посівів столового буряка від бурякових довгоносиків має комплексний характер і вимагає системного підходу, який дозволить зберегти врожайність, якість продукції та підвищити економічну ефективність виробництва культури.

Список використаної літератури

1. Саблук В.Т. Розвиток і розмноження шкідників цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2018. № 1. С. 4–6.
2. Федоренко В.П., Струкова С.І. Бурякові довгоносики. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 1. С. 5–9.
3. Rudska N. Investigation of the impact of the protection system on the limsted of sugar beet pests on the Right Bank Forest Steppe. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. 26 (3). С. 138–159.
4. Васильев В.П. Передпосівна обробка насіння цукрових буряків гексахлораном в системі заходів боротьби з буряковими довгоносиками. *Нові методи боротьби з буряковим довгоносом*. 1995. С. 5–14.
5. Киричук І.В., Ткаленко Г.М. Захист буряка столового від основних шкідників в Поліссі України. *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі*: зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. конф. Тернопіль, 2016. С. 31-32.
6. Киричук І.В., Ткаленко Г.М. Контроль чисельності шкідників буряка столового за передпосівної обробки насіння протруйниками. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 8–9. С. 8–10.
7. UPL: <https://superagronom.com/shkidniki-tverdokrili-coleoptera/zvichayniy-buryakoviy-dovgonosik-id16591>. (Дата звернення 09.29.2025р.)

Анастасія ЛУЦЕНКО⁵,
студентка 3 курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

FOREST RESOURCES ANALYSIS

Annotation. *This article describes the structure of forest resources and their characteristics. It is proven that forests are used as a resource material for the development of various sectors of the economy, which contributes to the creation of suitable conditions for human life. Attention is drawn to the fact that forest resources include both wood, technical raw materials, and food and feed resources. Together with other natural resources, forest resources are an integral part of the productive forces of the country, directly participate in economic development, in meeting the social needs of society, act simultaneously as a means of production, an object and a product of labor. In forestry, the forest acts as an object of labor, namely as an object that a person influences in the labor process and which is the material basis of the future product. The scientific work is aimed at studying forest plantations, reconstruction of stands, as well as felling of forests in order to form landscapes in order to obtain forest products.*

Keywords: *resources, forest, wood, raw materials, materials, forest products.*

Анотація. *У цій статті описується структура лісових ресурсів та наводиться їх характеристика. Доведено, що ліси використовують як ресурсний матеріал для розвитку різних галузей економіки, що сприяє створенню придатних умов для життя людини. Звертається увага на те, що до лісових ресурсів належить як деревина, технічна сировина, так і харчові та кормові ресурси. У сукупності з іншими природними ресурсами лісові ресурси являють собою складову частину продуктивних сил країни безпосередньо беруть участь в економічному розвитку, у забезпеченні соціальних потреб суспільства, виступають одночасно як засіб виробництва, предмет і продукт праці. У лісовому господарстві ліс виступає як предмет праці, а саме як об'єкт, на який людина впливає в процесі праці і який є матеріально-речовою основою майбутнього продукту. Наукова робота спрямовується на дослідження насаджень лісового фонду, реконструкції деревостанів, а також здійснення вирубки лісу з метою формування ландшафтів з метою одержання лісопродукції.*

Ключові слова: *ресурси, ліс, деревина, сировина, матеріали, лісопродукція.*

Науковий керівник – Малик В. М. д.ф. з педагогіки, викладач кафедри української та іноземних мов

Introduction. Forest resources are a set of material benefits of the forest that can be used without harming the environment and with the greatest economic efficiency. The entire variety of components of forest resources, depending on their purpose and characteristics of use, can be combined into the following groups: raw material resources of wood origin (wood, woody greenery, bark), non-wood resources (mushrooms, berries, fruits, nuts, medicinal resources, fodder and technical resources of non-woody vegetation, etc.), animal resources (beneficial and harmful forest fauna, eggs, honey, horns, wild animals, etc.); the multifaceted useful functions of the forest and its positive impact on the environment. Forestry is one of the important sectors of the national economy of the country, in addition to the significant ecological and recreational value, the value of forest resources lies in the unique combination of natural resources (minerals, landscapes, water sources, forests, etc.), forests acquire an important importance as a means of environmental protection. Forests are of extremely important importance for the economic potential of the region.

The purpose of the article is to present global data on forest plantations resources and analyze the structure of forest resource distribution on the example of Vinnytsia region forest lands.

An overview of the main material. Forest resources occupy one of the leading places in the resource base of the economy of Ukraine (fig.1). Among the inter-industry complexes, the weight of the forest production complex in terms of production volumes is 2,8%, in terms of the number of employees – 4,6%, in terms of the cost of fixed assets – about 2%.

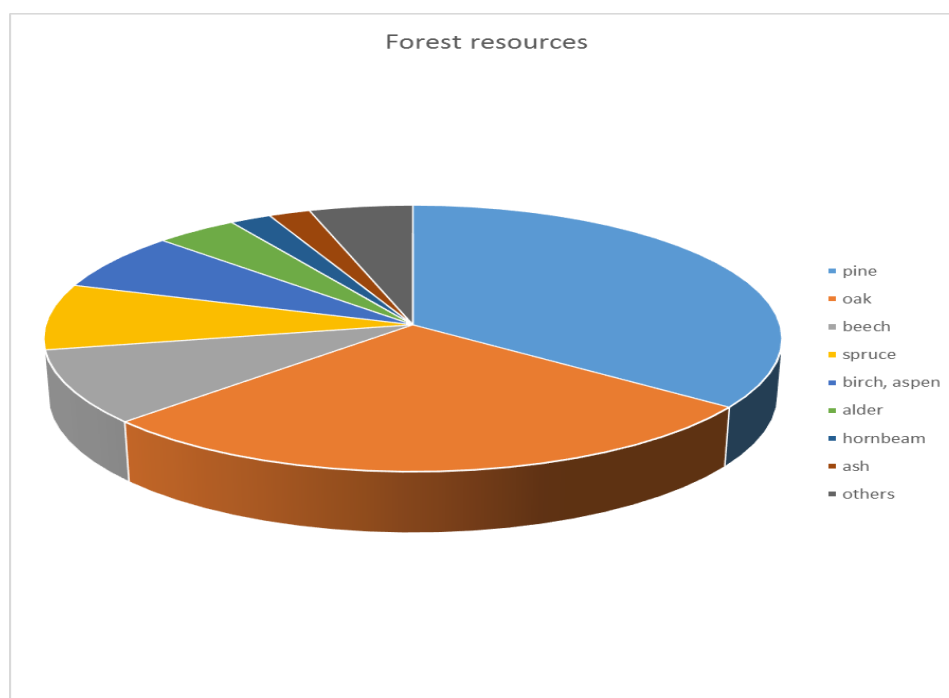


Fig. 1. Forest resources [7]

The forest complex is connected with more than 100 industries by supplies of finished products and timber. Ukraine does not have significant reserves of forest resources, which are the basis for the development of the forest industry complex.

Forest resources include timber, technical, food, fodder and other resources, as well as useful natural qualities of the forest – water protection, protective, climate-regulating, sanitary and hygienic, and health-improving [1].

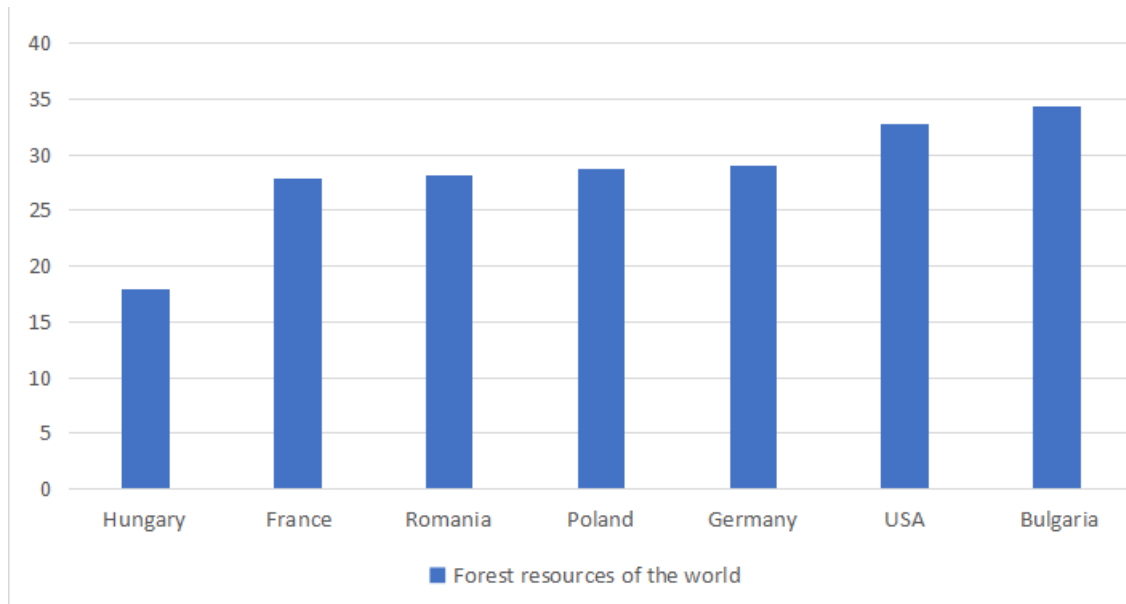


Fig. 2. Forest resources of the world [7]

The total area of the forest fund of Ukraine is about 10 million hectares, including covered with forest – 8,6 million ha. The country's forest cover reached only 14,3%, which is significantly less than the forest cover of most developed countries of the world (Hungary – 18%, France – 27,8%, Romania – 28,1%, Poland – 28,7%, Germany – 29%, USA – 32,7%, Bulgaria – 34,4%) (fig.2).

The uneven distribution of forest resources is a consequence of various natural conditions, but to a greater extent – the impact of human economic activity, which led to the destruction of forests. Thus, only in the period 1814–1914, the area of forests decreased by a third [2].

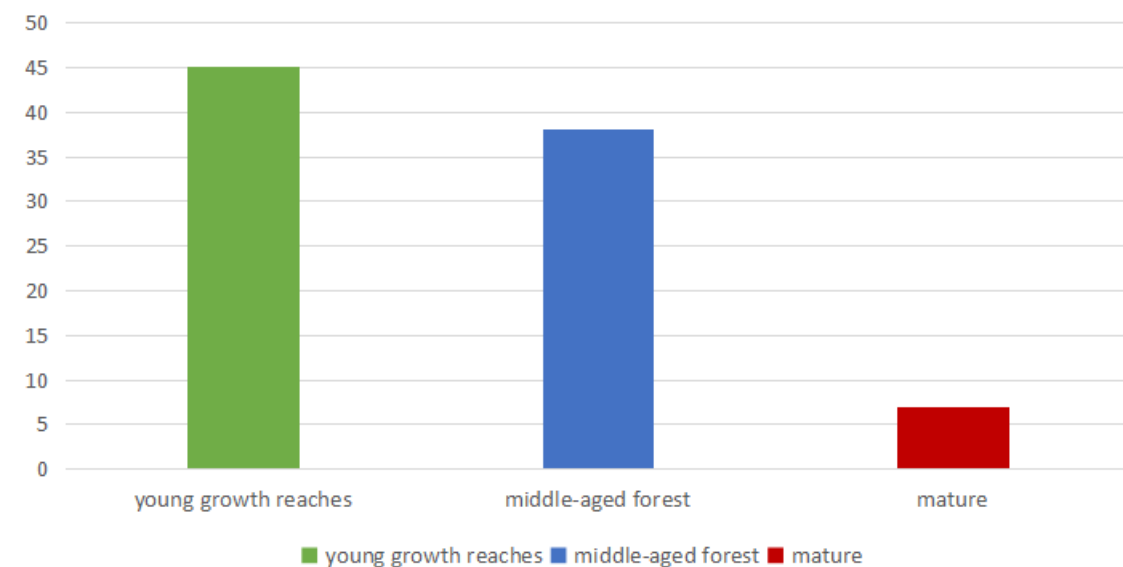


Fig. 3. Deforestation during the Second World War [2]

Total deforestation during the Second World War (fig. 3) and in the post-war years led to an uneven distribution of the area covered by forest by its growth groups: young growth reaches 45%, middle-aged forest – 38%, mature – 7%, while the optimal values of these indicators should be respectively 32 %, 34 %, 17 %. Particularly intensive felling is carried out in pine and oak plantations, in which mature forest accounts for less than 4%. In general, mature forests occupy an area that is 2,5 times less than the optimal one, and in pine forests - 7 times less. On the territory of Ukraine, valuable coniferous (pine, spruce, fir) and hardwood species prevail, among which oak, beech, sycamore, and ash are especially valuable. Maple, cherry, and pear are often found, which provide valuable raw materials for the furniture industry.

According to their economic significance and functions, the forests of Ukraine are divided into two groups. The first group (48% of the forest area) includes water protection, protective, sanitary and hygienic and health forests, as well as forests of special purpose. Wood in the forests of the first group is harvested during forestry activities – felling, sanitary and reforestation felling of mature forests [1]. The second group (52%) includes forests that have a protective and marginal operational purpose.

The largest number of reserve lands is located in the southern and southeastern regions, where the forest cover of the territory is 2-2,5 times lower than optimal, and the forest area per capita is 2-10 times lower than the norm [3].

The forest complex includes three industries: forestry, woodworking, pulp and paper. The most developed in the forest industry is logging and forestry chemical production [4].

The main task of the forest industry and other branches of the forest complex at the current stage of development of the Ukrainian economy, which is characterized by aggravation of economic and environmental contradictions, is to increase production volumes through the comprehensive and effective use of the forest fund and the use of wood resources [5].

The stabilization of logging volumes has important economic, environmental, and social significance, since forests are a valuable component of nature, a factor that stabilizes the environment. Reducing deforestation contributes to improving the climate, strengthening and increasing the productivity of agricultural lands.

The woodworking industry includes enterprises that carry out mechanical and chemical-mechanical processing, as well as wood processing. Three groups of industries are distinguished within the woodworking industry: the first – industries that carry out primary wood processing (sawmills, sleeper sawmills); the second – secondary processing of wood (parquet, plywood, furniture, chipboard, matches, standard houses and parts, etc.); the third – chemical and mechanical processing of wood (fiberboard, wood plastics).

The woodworking industry is an important branch of the forest complex. Its enterprises produce mainly consumer goods.

However, a significant part of the products of the woodworking industry is consumed in the national economy as objects and tools. The products of the

woodworking industry are used by the construction industry, transport, agriculture, and almost all branches of industry [2].

The pulp and paper industry has a clear social orientation, since its products contribute to a more complete satisfaction of the population's needs for goods, its cultural and spiritual development. Products of the pulp and paper industry are an effective substitute for solid wood. Therefore, the accelerated development of the pulp and paper industry makes it possible to save wood resources, improves the structure of wood consumption and preserves forests. In terms of per capita consumption, Ukraine lags behind industrially developed countries (in 1990, paper production per capita was 7 kg, while in many developed countries it was over 100 kg, in the USA it was 300 kg) [5].

The branches of the forest complex include forestry, the main task of which is the reproduction of highly productive forests, multifunctional, their protection and conservation. The forest industry has few highly specialized enterprises that would be engaged only in forest cultivation, forest protection and conservation.

Forest cultivation is characterized by a long production cycle. The cultivation of mature birch, hornbeam and aspen stands lasts 40-50 years, pine, spruce and fir – 70-90 years, oak, beech – 100-120 years. This gives rise to a number of economic problems, planning of production costs, financing of afforestation on the rails of a market economy (planning of production costs, financing of afforestation costs, material incentives for efficient forest use, environmental, economic assessment of forest resources, pricing issues, etc.), which have not yet been resolved [6].

The process of forestation occurs mainly under the influence of natural factors (soil fertility, climate, etc.), their impact on forestation is much greater than in agriculture, therefore they need to be studied in particular depth. Errors at the beginning of the production cycle have long-term negative economic and environmental consequences, they must be identified and eliminated in the first years of forestation.

In the conditions of independence of Ukraine, the forest industry is of particular importance for increasing the level of the state and population's sufficiency in forest products and improving the ecological situation by increasing the volume of forest plantations.

According to preliminary data, due to the reduction in the volume of forest industry production, Ukraine will not receive (in round calculation) about 6 million m³ of forest raw materials and about 22% of the products produced from it.

In Ukraine, the intensity of use of forest resources is the lowest among European countries. Ukraine does not obtain significant volumes of wood in the forests of non-specialized fund holders (collective farms, urban forests and parks, military forestry farms), as well as in protective strips of fields, rivers and reservoirs.

One of the reasons for the slowdown in the development of rational technologies and improvement of the sectoral structure of forest industry production was the perverse orientation towards the supply of wood and products made on its basis from other regions. Therefore, the production of boards, cardboard and progressive packaging has not achieved proper development in our country.

A paradoxical situation has arisen when, at the expense of our own resources, the state's needs in wood raw materials and forest industry products are satisfied only by 1/3, while wood waste is used here by 50-60%, and the use of biomass is significantly lower than in developed countries.

With the transition to market relations and Ukraine's independence, increasing the degree of satisfaction of its needs in forest products at the expense of local resources becomes particularly urgent, since to maintain the existing level of production, it is necessary to annually purchase wood and its products in the amount of up to 4 billion USD. With the current structure of forest product consumption, the need for it in 2005 will increase (compared to 1997) by 15%, and its own resources of virgin forest will expand by only 1.5% by this time, i.e. the gap between local forest raw material resources and the need for them will become even greater [3].

Studies of the structure of wood needs for the production of the main types of products have shown that in the future the need for lumber will noticeably decrease, and in progressive types of forest products (wood panels, pressed products, cardboard, paper, etc.) – will increase several times.

The development of these industries that use secondary resources (wood waste, waste paper, shingles, etc.) will ensure an increase in the completeness and efficiency of the use of wood biomass, as well as the production of substitutes for solid wood.

The balances of production of forest industry enterprises and consumption of timber and forest products in Ukraine indicate that in 1990–1996 their supplies from other republics decreased by 38%. Moreover, a characteristic feature is the reduction in the import of timber in unprocessed form: commercial timber – more than 2 times, sawn timber – by 33%, firewood – 6 times, other sawn timber – by 1/3. Imports of glued plywood decreased by 3 times, while imports of particleboard increased by 4 times, fiberboard - by 6 times, cardboard – by 4,5 times, and paper – by 2 times. The increase in imports of products of deep chemical and mechanical processing of wood has been particularly evident in recent years and is a progressive phenomenon in trade and economic relations between the countries of the former Soviet Union. But in the conditions of Ukraine's economic independence, such a volume of its supplies also has negative consequences – due to the unstable pricing policy due to the instability of the national currency [5].

The annual export of timber outside the country is about 1 million. m³ (in conventional calculation). This is a small amount of beech and oak wood, as well as certain types of paper and cardboard.

Increase in production volumes at enterprises of the forest industry, and namely in the forest, woodworking and pulp and paper industries, is possible by increasing the completeness of the use of all biomass of wood, secondary and other fibrous materials and the use of substitutes.

Nowadays when Ukraine is going through difficult times, when the economy is in decline and is smearing in most sectors of the national economy, there are many various problems, the economic state of enterprises of the forest industry and the forest complex as a whole leaves much to be desired better.

The instability of the Ukrainian economy and national currency, the lack of

working capital and financial assets of enterprises lead to a constant decrease in the volume of products produced, their quality and competitiveness in the market.

Further development of the forest industry requires a complete radical reform, which includes the replacement of physically and morally obsolete equipment, providing enterprises with working capital, developing effective, rational technologies, and rational use of waste.

Unfortunately, today, the state has a significant deficit of funds and therefore there is no reason to hope for reform in the near future of the forest industry and the national economy as a whole.

The use of forest resources is divided into main and intermediate. The main use of forest is the process of harvesting wood in ripe and overgrown forests. Intermediate use of forest is carried out in the process of forest care, sanitary felling and felling associated with the reconstruction of low-value forest stands. The main use of the forest must be carried out within the limits of the calculated felling area. The wood harvested during the main felling process is used to the fullest extent. In most integrated forestry enterprises of Ukraine, logging waste is used for the manufacture of products (technological chips, vitamin flour, consumer goods, etc.), as fuel and for environmental needs (slope reinforcement, forest soil enrichment, etc.) [4].

The use of wood harvested in the process of intermediate forest use is much worse. Thus, the coefficient of use of potential wood resources from sanitary and selective felling at the enterprises of the Ministry of Forestry of Ukraine in 1991 was 0,954, through – 0,954, thinning – 0, 920, lighting and cleaning – 0,500. The low level of use of wood from intermediate forest use felling is associated with the low quality of raw materials from which it is difficult to produce final products (chipboard, fiberboard, cellulose, paper, etc.).

Table 1. The share of Vinnytsia region forestry in the administrative division [7]

Name of forestry, location	Administrative district	Area, hectares	Percentage share,%
State-owned enterprise «Vinnytsia Forestry Enterprise»	Vinnytsky	11121,5	45,1
	Kalynivski	6825,3	27,6
	Zhmerynskyi	1092,6	4,4
	Nemyrivskyi	1614,8	6,5
	Tyvriivskyi	4024,1	16,3
	m.Vinnytsia	8,0	0,03

In table 1 we see that the total area of SE «Vinnytsia Forestry Enterprise» is 24686,3 hectares. Including, the share in Vinnytsia district is 45.1%, in Kalynivski – 27,6%, in Tyvriivskyi district – 16,3%, in Nemyrivskyi – 6,5%, in Zhmerynskyi – 4,4%, in the city of Vinnytsia – 0,03%. Forests in the district are located in separate forest tracts among agricultural lands.

Forest resources of Vinnytsia region are an important component of its natural environment and economy. The region's forests belong to the Central European type,

with a forest cover of 13,8%, which is slightly below the optimal indicator of 15%. The basis of forest plantations is oak forests, which occupy about 80% of the area.

Modern research focuses on the ecological assessment and resource-saving potential of forest resources of the region, as well as on the development of recommendations for increasing the efficiency of forestry activities.

An important aspect is reforestation and afforestation. Analysis of the history of these processes in the territory of Eastern Podillia allows us to distinguish nine periods of economic development of forest lands in Vinnytsia, which emphasizes the evolution of approaches to forest use and the need to implement modern methods to ensure sustainable development of forestry. Preservation and rational use of forest resources in Vinnytsia region are key to maintaining ecological balance and economic development of the region.

Conclusions. The current state of the forest resource potential of Ukraine and the regions cannot be considered satisfactory either in terms of the need for raw materials or in terms of ensuring the stability of the ecological situation. Currently, in order to optimally meet the needs of the existing capacities of the woodworking and pulp and paper industries in raw materials, there is a need to import wood raw materials from outside Ukraine. In the near future, due to the increase in forest areas, there are real opportunities to provide consumers of Ukraine with their own forest resources. It is necessary to follow the path of growing highly productive plantations of the required species composition, improving their quality and corresponding growth. The forest requires constant care for it, sanitary cleaning from clutter. Forest felling should be carried out according to the calculated felling rate, that is, the growth of the forest should exceed its production felling.

List of used sources

1. Ryabchuk V. P. Non-timber forest products. L., 1996. P. 47-49.
2. Tkach V. P. Forests and forest cover in Ukraine: current state and prospects for development in 2012. P.133-137.
3. Vakulyuk P. G., Samoplavsky V. I. Reforestation and afforestation in Ukraine: Prapor, 2006. P. 18-21.
4. Tkach V. P., Meshkova V. L. Current problems of optimizing forest cover in Ukraine. *Forestry and agroforestry* , 2008. 113 p.
5. Shvidenko A. Y., Ostapenko B. F. Forestry: Textbook. Chernivtsi: Zelena Bukovina, 2001. P. 349-352.
6. Svyrydenko V.E., Kyrychok L.S., Babich O.G. Forestry: Textbook. K.: Aristei, 2008. P. 464- 468.
7. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/>

Ангеліна НІЗЕЛЬСЬКА6,
студентка 4-го курсу,
факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,
ННІ агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

РОЛЬ ДУБА ЧЕРВОНОГО У ФОРМУВАННІ ЛІСОВИХ БІОЦЕНОЗІВ

Анотація. У статті розглянуто роль дуба червоного (*Quercus rubra*) в формуванні лісових біоценозів. Цей вид дуба є важливою складовою лісових екосистем північної півкулі, здатний впливати на структуру та функціонування лісів. Дуб червоний не тільки є ключовим компонентом деревної рослинності, але й значно змінює фізичні, хімічні та біологічні характеристики ґрунту, сприяючи розвитку різноманітних видів флори і фауни. У статті також проаналізовано вплив дуба червоного на біорізноманіття, роль у природних процесах та екологічних взаємозв'язках у лісах.

Ключові слова. дуб червоний, лісовий біоценоз, біорізноманіття, екосистема, лісова рослинність, ґрунтові умови, екологічні взаємозв'язки, флора, фауна.

Abstract. The article examines the role of red oak (*Quercus rubra*) in the formation of forest biocenoses. This oak species is an important component of forest ecosystems in the northern hemisphere, capable of influencing the structure and functioning of forests. Red oak is not only a key component of woody vegetation, but also significantly changes the physical, chemical and biological characteristics of the soil, contributing to the development of various species of flora and fauna. The article also analyzes the impact of red oak on biodiversity, its role in natural processes and ecological relationships in forests.

Key words. red oak, forest biocenosis, biodiversity, ecosystem, forest vegetation, soil conditions, ecological relationships, flora, fauna.

Вступ. Ліси є одними з найважливіших екосистем планети, забезпечуючи різноманітні екологічні функції та підтримуючи біорізноманіття. Одним із найзначніших елементів лісових біоценозів є дуб, а серед представників роду *Quercus* важливу роль відіграє дуб червоний (*Quercus rubra*). Цей вид, що широко поширений в Північній Америці та має високу екологічну значущість, здатний формувати різноманітні лісові комплекси та впливати на розвиток інших видів рослин і тварин. У цьому контексті важливо дослідити його роль в екофункціях лісів, механізми його взаємодії з іншими компонентами екосистеми, а також вплив на біорізноманіття і ґрунтові умови.

6 Науковий керівник: Разанова А.М., доктор філософії з екології, старший викладач кафедри лісового та садово-паркового господарства

Мета статті - проаналізувати роль *Quercus rubra* у формуванні лісових біоценозів України: охарактеризувати морфо-екологічні риси виду, його вплив на ґрунт, підстилку, фауну та трав'яний ярус; узагальнити дані про інвазійний потенціал і запропонувати принципи керованого використання у лісівництві».

Виклад основного матеріалу. Дуб червоний (*Quercus rubra* L.) є одним із найвідоміших інтродукованих видів деревних порід у лісівництві та озелененні України. Його природний ареал охоплює східну та центральну частину Північної Америки, де він формує змішані та чисті ліси. В Україні вид активно використовується у лісових культурах із другої половини ХІХ століття завдяки високим темпам росту, декоративності та відносній стійкості до несприятливих факторів. На сьогодні *Q. rubra* поширений у багатьох регіонах Лісостепу та Полісся, а подекуди натуралізується, що зумовлює потребу в комплексній оцінці його біоценотичної ролі.

Морфолого-біометричні характеристики виду свідчать про його потенціал до швидкого формування високопродуктивних насаджень. Деревина дуба червоного цінується за міцність і однорідність, а осіннє яскраво-червоне забарвлення листя додає декоративності в міському та парково-садовому середовищі. Однак, на відміну від аборигенних видів дуба, жолуді *Q. rubra* досягають протягом двох років і характеризуються меншою схожістю, що впливає на динаміку природного поновлення. Періодичні «мас-тяжі» жолудів формують важливу кормову базу для птахів (сойки, ворони) та дрібних ссавців (білки, мишоподібні гризуни), які водночас сприяють поширенню виду за межі культур.

У біоценотичному аспекті дуб червоний чинить різноспрямований вплив на структуру та функціонування екосистем. Листяна підстилка цього виду має підвищений вміст танінів і лігніну, що уповільнює мінералізацію та змінює колообіг азоту й вуглецю. Відомо, що товстий шар повільнорозкладної підстилки може пригнічувати розвиток трав'яного ярусу та відновлення аборигенних видів дерев, зокрема *Quercus robur* та *Q. petraea*. Водночас *Q. rubra* вступає в симбіоз із широким спектром ектомікоризних грибів, які впливають на мікробні угруповання ґрунту й сприяють формуванню особливих ґрунтових мікробіоценозів.

Суперечливим є статус дуба червоного в лісівництві України. З одного боку, він виступає перспективною породою для створення продуктивних культур на деградованих і малородючих землях, а також у міському середовищі, де поєднує господарську та декоративну цінність. З іншого боку, у природних та напівприродних лісових біотопах вид здатний до агресивного поширення й витіснення місцевих видів, що ставить під загрозу біорізноманіття. У Європі він віднесений до інвазійних деревних інтродуцентів, і це потребує розробки регіональних підходів до його регулювання в Україні.

Дуб червоний (*Quercus rubra*) – листяне дерево, яке належить до родини букових. Це великий, потужний вид, який здатен досягати висоти 25-30 метрів, а в окремих випадках – до 40 метрів. Дерево має широкопірамідальну або округлу крону, що з часом стає більш розлогим і густим. Листя дуба червоного – великі,

лопатеві, з зубчастими краями. Їх колір варіюється від темно-зеленого влітку до яскраво-червоного або пурпурного восени, що є однією з характерних ознак цього виду і визначає його назву. Плоди дуба червоного – це жолуді, які зазвичай дозрівають через 2 роки після запилення. Вони мають довжину 2,5-3 см і вкриті чашечкою, що охоплює до половини плоду. Жолуді дуба червоного є важливим харчовим ресурсом для багатьох лісових тварин.

У таблиці 1 представлено ключові морфологічні характеристики *Quercus rubra* у порівнянні з аборигенними видами дубів (*Q. robur*, *Q. petraea*). Зокрема, дуб червоний характеризується швидкими темпами росту та досягненням значних розмірів у висоту й діаметрі за відносно короткий період. Листки великі, з глибокими виїмками та яскравим осіннім забарвленням у червоні й багряні тони, що надає виду високої декоративної цінності.

Таблиця 1. Морфологічні характеристики дуба червоного та порівняння з іншими видами дубів

Параметр	<i>Quercus rubra</i> (дуб червоний)	<i>Quercus robur</i> (дуб звичайний)	<i>Quercus petraea</i> (дуб скельний)
Висота дерева	20-30 м	25-40 м	20-35 м
Діаметр стовбура	30-90 см	60-150 см	40-120 см
Листя	Великі, з зубцями, червоний колір восени	Великі, з глибокими лопатями, жовте листя восени	Середні, з зубцями, жовто-буре листя восени
Швидкість росту	Швидке (10-15 см на рік)	Середнє (5-7 см на рік)	Середнє (6-9 см на рік)
Тривалість життя	250-500 років	500-1000 років	300-600 років

Жолуді дозрівають протягом двох років, на відміну від однорічного циклу у дуба звичайного, що зумовлює особливості відновлення. Кора в молодому віці гладенька, сіро-бура, з віком темнішає та тріскається. Узагальнені морфометричні показники (висота, діаметр, тривалість життя) свідчать про близькість *Q. rubra* до європейських видів роду *Quercus*, але й про наявність специфічних рис, які визначають його адаптаційний потенціал і конкурентоспроможність у лісових біоценозах України.

Ареал поширення дуба червоного охоплює більшу частину Східної Північної Америки, від південного заходу Канади до південних штатів США. В Україні дуб червоний не є рідним видом, але успішно культивується в ряді регіонів, особливо в лісостепових і степових зонах. Він добре адаптується до різних умов, хоча найбільш сприятливими є зони з помірним кліматом, помірною вологістю і теплими зимами. Дуб червоний добре росте на різноманітних ґрунтах, зокрема на добре дренованих і родючих ґрунтах, таких як лесові, супіщані та суглинкові ґрунти [1]. Погано переносить застій вологи та важкі, заболочені ґрунти, що може призвести до загнивання коренів і погіршення стану дерева.

Екологічні умови для росту дуба червоного передбачають помірно вологий клімат із зимами, які не є надмірно холодними. Тепле літо з достатнім рівнем

опадів сприяє росту цього виду, а також він добре переносить затінення в молодому віці, що дозволяє йому активно зростати в лісових підростках.

У таблиці 2 подано основні екологічні чинники, що визначають успішність росту та розвитку *Quercus rubra* в умовах України. Вид віддає перевагу суглинковим і супіщаним ґрунтам лесового походження з нейтральною або слабокислою реакцією (рН 5,5-7,5). Оптимально розвивається в регіонах із помірним кліматом, де поєднуються холодні зими та тепле літо. Дуб червоний потребує середньовологого водного режиму й не переносить застійного зволоження, що зумовлює його вибагливість до добре дренованих ділянок. Рослина здатна витримувати зниження температури до -30°C , що робить її придатною для умов Лісостепу та Полісся. У молодому віці відзначається певною тіньовитривалістю, проте для виходу в полог потребує достатнього освітлення. Порівняно з аборигенними видами дубів, *Q. rubra* краще адаптується до сухих районів, що забезпечує йому конкурентні переваги в умовах змін клімату.

Таблиця 2. Екологічні умови для росту дуба червоного

Параметр	Опис характеристик для дуба червоного
Типи ґрунтів	Суглинкові, супіщані, лесові
Оптимальний рН ґрунту	5,5–7,5
Клімат	Помірний, з холодними зимами, теплим літом
Водний режим	Середньовологий, не переносить застій води
Температурний режим	Підтримує зимові температури до -30°C
Інші умови	Тіньовитривалий у молодому віці, сухі райони адаптує краще за інші види дубів

Дуб червоний є стійким до посухи, однак оптимальними умовами для нього є водо- та поживні багаті ґрунти, що забезпечують хорошу аерацію та доступ до вологи. В лісових і лісостепових зонах дуб червоний часто використовується в лісовідновленні та лісопосадках, де може успішно конкурувати з іншими видами, як за сонячне освітлення, так і за ресурси ґрунту [2].

Дуб червоний також активно впливає на склад фауни в лісових екосистемах. Його жолуді, які є основним джерелом їжі для багатьох лісових тварин, таких як білки, олені, кабани, а також птахи, сприяють розвитку різноманітних харчових ланцюгів. Крім того, на його гілках і стовбурах оселяються численні види комах, що також важливо для інших тварин, які живляться цими комахами [3]. Листя дуба, зокрема в осінній період, є джерелом їжі для низки видів комах, які, своєю чергою, є частиною харчового ланцюга. Таким чином, дуб червоний створює умови для існування багатьох видів флори та фауни, підтримуючи екологічний баланс у лісових екосистемах. Формування підліску та підстилки також є важливою екологічною функцією дуба червоного. Листя цього дерева, яке в значній кількості опадає на ґрунт, поступово розкладається, утворюючи підстилку, що забезпечує поживні речовини для ґрунтових мікроорганізмів. Водночас це створює певну тінь на поверхні ґрунту, що може уповільнювати ріст деяких видів рослин, що не можуть адаптуватися до таких умов. Однак це ж є важливим чинником для регулювання вологості та

температури ґрунту, що сприяє розвитку інших видів, здатних існувати в таких умовах (табл. 3).

Одним з основних викликів, з якими стикаються лісівники, є контроль за поширенням дуба червоного. Підвищена інвазивність цього виду потребує розробки спеціальних стратегій і заходів, спрямованих на обмеження його розповсюдження в місцях, де цей вид може завдати шкоди.

У таблиці 3 узагальнено основні типи біоценотичних взаємодій *Quercus rubra* у лісових екосистемах. Дуб червоний виступає не лише продуцентом біомаси, а й важливим елементом трофічних мереж, його жолуді споживають ссавці (білки, кабани, олені) та птахи, що забезпечує їхнє живлення та сприяє поширенню насіння. Стовбури й крони дерев слугують середовищем існування для птахів (синиць, дятлів) та численних комах. Вид конкурує з аборигенними деревними породами (сосна, ялина, бук, клен) за світло, вологу й поживні речовини, іноді витісняючи їх завдяки вищій посухостійкості та швидкому росту. Водночас у змішаних насадженнях можливі взаємовигідні зв'язки з іншими видами (черемха, ясень), що підсилюють екосистемну стійкість. У природних процесах *Q. rubra* бере участь у сукцесійних змінах та трансформації ландшафтів, змінюючи видовий склад і створюючи нові екологічні ніші для рослин і тварин.

Необхідно проводити ретельний моніторинг поширення дуба червоного, розробляти методи і техніки його вирубки та обмеження природного відновлення. Крім того, варто звернути увагу на те, що дуб червоний потребує особливих умов для повноцінного росту, і в певних випадках обмеження його поширення може стати необхідним для збереження біологічного різноманіття в лісах [4].

Щодо використання дуба червоного в лісівництві, то його популярність обумовлена високими темпами росту, стабільною деревиною та гарними економічними показниками. В умовах змін клімату, де посухи стали частішими, дуб червоний демонструє високу стійкість до таких умов порівняно з традиційними місцевими видами. Враховуючи це, дуб червоний може бути використаний в лісовідновлювальних роботах у районах, де інші види не здатні вижити. Проте відновлення дуба червоного в лісах вимагає чітких науково обґрунтованих підходів, адже його активне розповсюдження може призвести до негативних екологічних наслідків. Тому важливо контролювати збалансоване використання дуба червоного в лісовому господарстві, не дозволяючи йому витіснити місцеві екосистеми [6].

Дуб червоний також має важливу роль у лісових господарських практиках, оскільки він є стабільним джерелом цінної деревини, яку використовують для виготовлення меблів, паркету, будівельних матеріалів та інших виробів. Лісівники високо цінують цей вид за його витривалість, добру якість деревини та здатність до швидкого зростання в порівнянні з іншими видами дубів. У зв'язку з цим дуб червоний може бути важливим компонентом лісових насаджень, що сприяють економічному розвитку лісової галузі [5]. Однак, зважаючи на його інвазивні властивості, необхідно визначити оптимальні території для

виросування дуба червоного, де він не буде зашкоджувати місцевим екосистемам, а навпаки – сприятиме відновленню та стабілізації лісових масивів.

Таблиця 3. Біоценотичні зв'язки дуба червоного в лісах

Тип взаємодії	Види рослин та тварин	Опис взаємодії
Тварини, що використовують дуб як середовище існування	Білки, олені, кабани, синиці, дятли	Дуб червоний служить притулком для тварин, що використовують його для гніздування (птахи) або їжу (жолуді та кору) для ссавців. Створює середовище для численних видів комах.
Харчовий ланцюг	Білки, олені, кабани, птахи, комахи	Жолуді дуба є важливим джерелом їжі для багатьох лісових тварин, що знаходять у них поживні речовини для харчування, а також стимулюють розвиток низки видів комах.
Суперництво з іншими деревами	Сосна, ялина, бук, клен	Дуб червоний конкурує за світло, воду і поживні речовини з іншими деревними видами, що ростуть у тих же лісових умовах. Його здатність витримувати сухі умови дає йому конкурентну перевагу.
Симбіоз з іншими видами дерев	Черемха, ясень	У змішаних лісах дуб червоний може створювати взаємодії, де з іншими деревами та чагарниками утворюються взаємовигідні зв'язки, зокрема в аспекті відновлення лісових екосистем.
Природні процеси: сукцесія	Різні види рослин та тварин	У процесі сукцесії дуб червоний може домінувати на різних етапах розвитку лісових екосистем, формуючи нові угруповання й сприяючи поступовій зміні видового складу.
Природні процеси: змінюваність ландшафтів	Різні види рослин і тварин	Змінюваність ландшафтів у лісових екосистемах, зокрема через зростання дуба червоного, створює нові умови для розвитку різних видів рослин і тварин, що адаптуються до нових екологічних ніш.

Висновки. Дуб червоний виконує важливу екологічну роль в лісових екосистемах, сприяючи підтриманню біорізноманіття та формуванню стабільних лісових структур. Однак його інвазивні властивості можуть загрожувати місцевим видам, що потребує контролю за його поширенням. Перспективи дослідження дуба червоного зосереджуються на балансуванні його використання в лісовому господарстві та охороні природних екосистем, зокрема через розробку стратегій його регулювання і збереження біорізноманіття.

Список використаних джерел

1. Роман В., Скалінчан О., Мигаль А., Шарга Б., Чепур С. Вплив дуба червоного (*Quercus rubra* L.) на лісовідновні процеси головних лісоутворюючих деревних видів у лісостанах басейну середньої течії р. Уж. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*. 2023. № 55. С. 62–67.

2. Kucher O.O., Didukh Ya.P., Pashkevych N.A., Zavialova L.V., Rozenblit Yu.V., Orlov O.O., Shevera M.V. The impact of northern red oak (*Quercus rubra*; Fagaceae) on the forest phytodiversity in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*. 2023. Vol. 80 (6). P. 453–468.

3. Hayda Y., Mohytych V., Bidolakh D., Kuzovych V., Sułkowska M. The introduction of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ukrainian forests: advantages of productivity versus disadvantages of invasiveness. *Folia Forestalia Polonica*. 2022. Vol. 64 (4). P. 245–252.

4. Protsenko I.A., Lobchenko G.O., Yukhnovskyi V.Yu. Особливості росту та фітомеліоративні властивості насаджень дуба червоного на рекультивованих землях Черкащини. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2024.

5. Марчук Ю., Ковалевський С., Ліханов А., Слива О., Середюк О. Динаміка таксаційних показників деревних насаджень з участю дуба червоного правобережжя Центрального Лісостепу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2025. Вип. 35. С. 55-61. DOI: 10.36930/40350206.

6. Криворучко А. П. Оцінювання деяких таксаційних показників змішаних лісових культур дуба червоного (*Quercus rubra* L.) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.) в умовах північної підзони степу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.7. С. 90-94.

Владислав БРОВАНЧУК,⁷

студент 3-го курсу,

факультет екології, лісівництва та садово-паркового господарства,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ *THUJA OCCIDENTALIS* L. У САДОВО-ПАРКОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Анотація. У статті висвітлено особливості вирощування та використання *Thuja occidentalis* L. у садово-парковому господарстві. Проаналізовано біологічні властивості та декоративні переваги виду, розглянуто умови, що забезпечують успішний ріст та розвиток рослин у кліматичних умовах України. Детально описано насіннєве й вегетативне розмноження, наведено порівняльну характеристику методів. Подано узагальнені рекомендації щодо агротехніки догляду за саджанцями у відкритому ґрунті, зокрема режим поливу, підживлення, мульчування та обрізування. Окреслено напрями використання туї західної у садово-парковому дизайні – як солітерів, у групових посадках та живоплотах. Запропоновані дані можуть бути використані в практиці зеленого будівництва та приватному садівництві.

⁷ Науковий керівник: Олена Долінська асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства

Ключові слова: *Thuja occidentalis* L., декоративна культура, насіннєве розмноження, живцювання, догляд, ландшафтний дизайн.

Annotation. The article highlights the peculiarities of growing and using *Thuja occidentalis* L. in gardening and landscaping. The biological properties and decorative advantages of the species are analyzed, and the conditions that ensure successful growth and development of plants in the climatic conditions of Ukraine are considered. Seed and vegetative propagation are described in detail, and a comparative characteristic of the methods is given. Generalized recommendations are given on the agrotechnics of caring for seedlings in open ground, in particular, watering, feeding, mulching, and pruning. The directions of use of western thuja in landscape design are outlined – as solitary plants, in group plantings, and hedges. The proposed data can be used in green construction and private gardening.

Key words: *Thuja occidentalis* L., ornamental plant, seed propagation, cuttings, care, landscape design.

Вступ. У сучасному садово-парковому господарстві значну увагу приділяють хвойним культурам, адже вони забезпечують декоративність насаджень упродовж усього року [2]. Серед них туя західна (*Thuja occidentalis* L.) посідає особливе місце завдяки невибагливості, стійкості до умов урбанізованого середовища, а також надзвичайному сортовому різноманіттю. У світовій практиці її використовують як у міському озелененні, так і в приватних садах, створюючи живоплоти, групові посадки та солітери. Для України, зокрема для Лісостепу, ця культура є перспективною, оскільки добре пристосовується до кліматичних умов регіону, витримує літні посухи та зимові морози.

Виклад основного матеріалу дослідження. Туя західна є вічнозеленим деревом або великим кущем із густою пірамідалльною чи колоноподібною кроною, яка з віком може ставати яйцеподібною. Дорослі рослини сягають висоти 15-20 м, проте в умовах декоративного озеленення зазвичай вирощуються більш компактні форми [1]. Пагони розміщені в одній площині, хвоя лускоподібна, щільно притиснута до гілочок, зелена або з різними відтінками золотистого й сизого кольору залежно від сорту. Кора спочатку гладка, згодом відшаровується поздовжніми смужками. У природі туя західна поширена у Північній Америці, де зростає переважно на вологих ділянках, біля річок, на болотах і навіть на кам'янистих берегах [1].

Вирощування туї західної можна здійснювати як із насіння, так і вегетативним шляхом. Насіннєвий спосіб (Рис. 1) вважається тривалішим, проте дозволяє отримати значну кількість посадкового матеріалу. Насіння збирають зі зрілих шишок восени, після чого піддають стратифікації протягом 2-3 місяців. У лабораторних і тепличних умовах для підвищення схожості застосовують зволене агроволокно, в яке насіння загортають і зберігають при температурі +20...+22 °С. За правильного догляду вже через кілька тижнів з'являються проростки з невеликою кореневою системою. Перший рік сіянці потребують інтенсивного догляду: регулярного поливу, прополювання, обережного

розпушування ґрунту. Навесні наступного року їх пересаджують у контейнери або на навчально-дослідні ділянки з підготовленим субстратом, де продовжують вирощувати ще 2-3 роки до досягнення висоти 40-60 см. Лише після цього молоді рослини висаджують на постійне місце. [3, 4]



Рис. 1. Вирощування туї західної насіннєвим способом: а) насіння туї західної; б) висів насіння в субстрат; в) проростки туї.

Вегетативне розмноження (Рис. 2) є значно поширенішим у практиці садово-паркового господарства, оскільки дає можливість швидко отримати велику кількість однотипних саджанців із бажаними декоративними властивостями. Найчастіше використовують живцювання [5]. Для цього навесні або на початку літа заготовляють молоді пагони довжиною 10-15 см із «п'яткою» – невеликим шматочком деревини від материнської гілки. Живці висаджують у легкий субстрат, що складається з піску та торфу, підтримують постійну вологість і притінення. Укорінення відбувається протягом 1,5-2 місяців, після чого молоді рослини поступово привчають до відкритого ґрунту. Застосування стимуляторів росту підвищує відсоток приживлюваності [5], проте й без них можна досягти добрих результатів за умови створення відповідного мікроклімату.



Рис. 2. Вирощування туї західної вегетативним способом: а) живці туї з «п'яткою»; б-в) підготовка живців; г) висадка живців у субстрат; д) коренева система вкорінених живців.

Кожен із методів має свої переваги й недоліки, тому вибір залежить від конкретних завдань господарства. Якщо необхідна велика кількість недорогих рослин – застосовують насіннєве вирощування, проте для збереження сортових ознак і швидкого отримання посадкового матеріалу доцільніше використовувати живцювання. Для наочності порівняння різних способів розмноження подано у таблиці 1.

Догляд за туями після висаджування у відкритий ґрунт полягає в регулярному поливі, мульчуванні пристовбурових кіл, періодичному підживленні та захисті від сонячних опіків. У перший рік після посадки особливо важливо забезпечити достатній полив, оскільки поверхнева коренева система чутлива до пересихання. Молоді саджанці поливають 1-2 рази на тиждень по 10-15 л на рослину. Дорослі дерева потребують зволоження лише у періоди тривалої спеки. Мульчування торфом, корою чи тріскою завтовшки 5-7 см дозволяє зберігати вологу та запобігає перегріванню коренів.

Таблиця 1. Порівняння методів розмноження *Thuja occidentalis* L.

Показник	Насіннєве розмноження	Вегетативне розмноження (живцювання)
Тривалість отримання саджанця	3-4 роки до висадки у відкритий ґрунт	1-2 роки до висадки у відкритий ґрунт
Збереження сортових ознак	Не зберігаються повністю	Повністю зберігаються
Витрати праці	Відносно невеликі	Більші (заготівля, догляд, контроль вологості)
Вартість посадкового матеріалу	Дешевший	Дорожчий, але якісніший
Відсоток приживлюваності	60-70 %	80-90 %
Основні сфери застосування	Масове лісорозведення, дешеве озеленення	Садово-паркове господарство, декоративні насадження

Формувальне обрізування починають проводити з трирічного віку. Живоплоти підстригають 2-3 рази за сезон, підтримуючи рівномірну густоту та висоту. Солітерні та групові посадки обрізують рідше, лише для видалення сухих чи пошкоджених пагонів. Удобрення здійснюють навесні – комплексними добривами з перевагою азоту, влітку – з фосфором і калієм. Взимку молоді рослини інколи вкривають агроволокном, щоб уникнути сонячних опіків та пошкодження снігом.

Значне поширення туя західна отримала завдяки своїм декоративним характеристикам і витривалості [6]. У садово-парковому господарстві її застосовують надзвичайно широко, адже культура має ряд переваг порівняно з іншими хвойними видами [2]. По-перше, це універсальність формування крони: залежно від сорту можна отримати як високе щільне дерево для живоплоту, так і компактний кущ для бордюрних композицій. По-друге, туя відзначається стійкістю до міського середовища, де рівень забруднення повітря значно вищий, ніж у природних екосистемах. По-третє, вона є невибагливою і придатною для масового використання у насадженнях різного типу (Рис. 3).

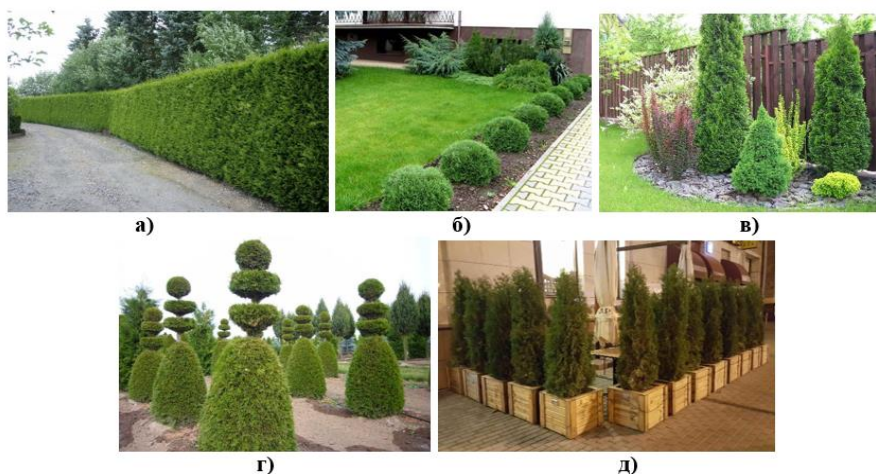


Рис. 3. Використання туї західної у насадженнях різного типу: а) живопліт; б) бордюр; в) група; г) топіарні фігури; д) контейнерне озеленення.

Живоплоти з туї західної є класичним елементом міського озеленення. Вони виконують не лише декоративну, а й функціональну роль – слугують шумовим та пиловим бар'єром, формують захисні зони вздовж автомобільних доріг, відокремлюють різні функціональні ділянки садово-паркових об'єктів. Завдяки щільності та швидкому росту сорт 'Brabant' часто використовують для створення високих стін зелених огорож, тоді як 'Smaragd' завдяки рівній колоноподібній формі надає живоплоту акуратності й регулярності.

Не менш важливим напрямом використання є створення групових і солітерних посадок. У міських парках та скверах тую висаджують у поєднанні з іншими хвойними культурами – ялівцями, сосною гірською, ялицею, а також із листяними декоративними деревами та кущами. Композиції набувають особливої виразності завдяки різним відтінкам хвої: насичено-зеленим, золотистим, світло-салатовим або сизуватим. У приватних садах туя західна використовується як центральний акцент клумб, газонів, кам'янистих гірок. Кулясті сорти 'Danica' і 'Globosa' вдало поєднуються з низькорослими квітковими культурами, створюючи декоративні контрасти за формою та кольором.

Особливу роль туя західна відіграє у формуванні регулярних композицій, де важливим є симетричне розташування та чіткість ліній. Тут використовують форми з прямолінійною кроною, які легко піддаються стриженню й утримують задану геометрію. У пейзажних парках, навпаки, частіше застосовують солітери або невеликі групи туї, які створюють природні плавні лінії та гармонійно вписуються у загальний ландшафт.

Особливу увагу заслуговує питання декоративної різноманітності культури. На сьогодні існують десятки сортів і форм *Thuja occidentalis*, які різняться за висотою, формою та кольором крони. У таблиці 2 подано кілька найбільш поширених сортів і напрямки їх застосування у садово-парковому будівництві.

Загалом туя західна відіграє важливу роль у підвищенні естетичної та екологічної цінності зелених насаджень. Вона очищує повітря від пилу та газів, знижує рівень шуму, сприяє формуванню сприятливого мікроклімату в міських

умовах. У поєднанні з іншими видами рослин туя дозволяє створювати різноманітні декоративні ефекти, забезпечуючи гармонійне поєднання в озелененні територій.

Таблиця 2. Декоративні сорти *Thuja occidentalis* та їх використання

Сорт	Форма крони	Висота дорослої рослини, м	Відтінок хвої	Основне використання
‘Smaragd’	Колоноподібна	4-6	Яскраво-зелена	Живоплоти, солітери
‘Brabant’	Конусоподібна	5-7	Світло-зелена	Живоплоти, групи
‘Danica’	Куляста	0,5-0,8	Зелена	Бордюри, клумби
‘Globosa’	Округла	1,0-1,5	Темно-зелена	Кам’яністі сади
‘Aurea’	Пірамідальна	2,0-3,0	Золотисто-зелена	Декоративні акценти
‘Golden Globe’	Куляста	1,0-1,2	Жовто-золота	Контрастні композиції

Висновки. *Thuja occidentalis* L. є однією з найперспективніших культур для садово-паркового господарства завдяки невибагливості, стійкості до умов міського середовища та високим декоративним властивостям. Успішне вирощування цієї породи можливе як насіннєвим способом, що забезпечує масове отримання саджанців, так і живцюванням, яке дозволяє зберегти сортові ознаки та скоротити терміни вирощування. Порівняння методів підтвердило їх взаємодоповнюваність і доцільність застосування залежно від поставлених завдань. Дотримання системи агротехнічних заходів – регулярного поливу, мульчування, підживлення та формувальної обрізки – забезпечує здоровий ріст і високу декоративність насаджень. Туя західна успішно використовується у різних композиційних формах, включаючи живоплоти, бордюри, групові посадки та як солітер. Таким чином, культура зберігає провідне місце серед рослин для озеленення та має широкі перспективи застосування як у міських, так і в приватних зелених насадженнях.

Список використаних джерел

1. Інститут еволюційної екології НАН України: Туя західна. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ieenas.org/p/tuia-zakhidna/> (дата звернення: 09.09.2025).
2. Прокопчук В.М., Циганський В.І., Монарх В.В., Матусяк М.В. Довідник сучасного ландшафтного дизайнера. Вінниця. ВНАУ, 2016. 179 с.
3. Способи розмноження і вирощування туї. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://greensad.ua/ua/articles/tuja/sposoby-razmnozhenija-i-vyrashivanija-tui-video_k4/ (дата звернення: 09.09.2025).

4. Туя західна: вирощування в саду, опис сортів. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://floristics.info/ua/statti/sadivnitstvo/3909-tuya-zakhidna-posadka-i-doglyad-opis-sortiv.html> (дата звернення: 10.09.2025).

5. Циганська, О.І. Вегетативне розмноження туї західної (*Thuja occidentalis*) та особливості розвитку укорінених рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 88-98.

6. Kovalevskyi S.B., Kryvokhatko H.A. Комплексна оцінка декоративності рослин культиварів *Thuja occidentalis* L. *Scientific Bulletin of UNFU*, 2019. № 29(2). С. 23-25.

Ірина КРИВОВ'ЯЗ8

студентка 1-го року навчання,
факультет агрономії, садівництва та захисту рослин,
ННІ агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЛЬ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА У ВІДНОВЛЕННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Анотація. У статті розглянуто роль органічного землеробства як ключового чинника відновлення екологічної рівноваги ґрунтового середовища. Проаналізовано сучасні підходи до зменшення деградаційних процесів у ґрунтах за рахунок застосування органічних технологій та біологічних методів землекористування. Визначено екологічні та економічні переваги органічного землеробства, зокрема підвищення родючості ґрунту, відновлення мікробіоценозу, зменшення хімічного навантаження та забезпечення стійкості агроecosystem. Окреслено перспективи впровадження органічних практик у сільськогосподарське виробництво України з метою забезпечення продовольчої безпеки та збереження довкілля.

Annotation. The article examines the role of organic farming as a key factor in restoring the ecological balance of the soil environment. Modern approaches to reducing soil degradation processes through the application of organic technologies and biological land use methods are analyzed. The ecological and economic benefits of organic farming are identified, including increased soil fertility, restoration of the microbiocenosis, reduction of chemical load, and enhancement of agroecosystem resilience. The prospects for implementing organic practices in Ukraine's agricultural production are outlined with the aim of ensuring food security and environmental sustainability.

8 *Науковий керівник – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища
Наталія КОВКА

Вступ. Сучасне сільське господарство стикається з низкою викликів, пов'язаних із деградацією ґрунтового покриву, втратою родючості та забрудненням довкілля внаслідок надмірного застосування мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Інтенсифікація землеробства, орієнтована переважно на короткострокове зростання врожайності, призвела до порушення природних механізмів саморегуляції агроєкосистем і суттєвого зниження біологічної активності ґрунтів. Це зумовлює необхідність пошуку альтернативних шляхів господарювання, здатних забезпечити не лише високу продуктивність, але й відновлення екологічної рівноваги.

Одним із перспективних напрямів є розвиток органічного землеробства, що ґрунтується на використанні природних ресурсів, біологічних методів регуляції родючості та екологічно безпечних технологій. Органічне виробництво дозволяє поєднати економічні інтереси сільськогосподарських підприємств із завданнями охорони довкілля, сприяє збереженню ґрунтового біорізноманіття та відновленню його функціональної здатності [5].

У цьому контексті дослідження ролі органічного землеробства у відновленні екологічної рівноваги ґрунтового середовища набуває особливої актуальності. Воно відкриває можливості для формування науково обґрунтованих підходів до сталого землекористування, що відповідають сучасним викликам екологічної безпеки та продовольчої незалежності України [3].

Виклад основного матеріалу. У процесі дослідження проведено порівняння основних агрохімічних та біологічних властивостей ґрунту, а також урожайності культур у системах традиційного та органічного землеробства.

Для оцінки екологічного стану ґрунтів було проаналізовано вміст гумусу, кислотність, чисельність мікроорганізмів та врожайність пшениці озимої (табл.1).

Таблиця 1. Показники стану ґрунту в різних системах землеробства

Показник	Традиційне землеробство	Органічне землеробство	Відхилення, %
Вміст гумусу, %	2,4	3,1	+29,2
pH ґрунту	5,7	6,3	+10,5
Кількість мікроорганізмів, млн/г ґрунту	1,8	3,5	+94,4
Урожайність пшениці, ц/га	42	46	+9,5

Органічне землеробство сприяє накопиченню гумусу, підвищенню біологічної активності ґрунту та оптимізації кислотності. Це створює сприятливі умови для формування сталих агроєкосистем.

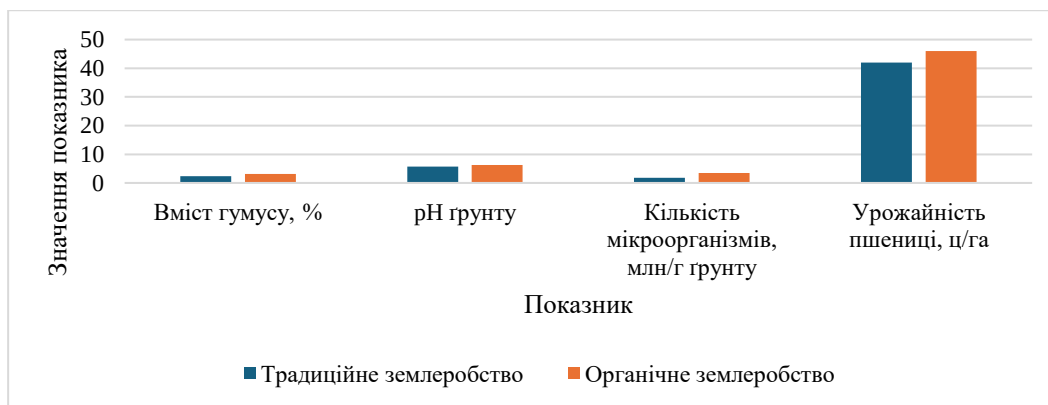


Рис. 1. Порівняння показників стану ґрунту в різних системах землеробства

Діаграма відображає різницю у вмісті гумусу, кислотності ґрунту, кількості мікроорганізмів та врожайності пшениці між традиційним і органічним землеробством. Органічне землеробство забезпечує вищий рівень гумусу, сприятливий pH, зростання чисельності ґрунтової мікрофлори та підвищення врожайності на 8–10 % у порівнянні з традиційним методом.

Для підтвердження ефективності органічного землеробства було досліджено зміну врожайності зернових культур у 2021–2024 рр (табл.2).

Таблиця 2. Динаміка врожайності зернових культур, ц/га

Рік	Традиційне землеробство	Органічне землеробство
2021	39	42
2022	41	44
2023	42	45
2024	42	46

Урожайність за органічної системи демонструє стале зростання, тоді як традиційна система характеризується поступовим вирівнюванням продуктивності, підтверджує, те що органічне землеробство не лише відновлює ґрунт, але й забезпечує стабільність врожайності у довгостроковій перспективі.

Динаміку врожайності культур у різних системах землеробства представлено на рис. 2.

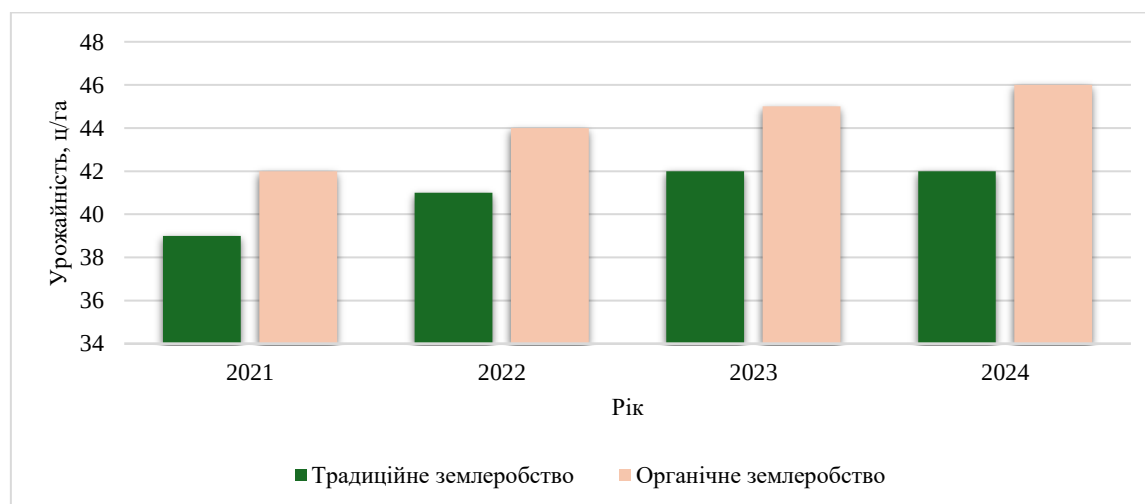


Рис. 2. Динаміка врожайності культур у різних системах землеробства

На рисунку представлено порівняння врожайності зернових культур за умов традиційного та органічного землеробства у 2021–2024 рр. Спостерігається стабільна перевага органічної системи, де врожайність зростала щороку та у 2024 р. перевищила показники традиційної технології на 4 ц/га. Це підтверджує ефективність органічного підходу в довгостроковій перспективі та його позитивний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур.

Аналіз отриманих даних свідчить, що органічне землеробство істотно впливає на відновлення екологічної рівноваги ґрунтового середовища. Зростання вмісту гумусу на 29,2 % та підвищення чисельності мікроорганізмів у ґрунті майже вдвічі підтверджує відновлення біологічної активності та стабілізацію мікробіоценозу. Оптимізація кислотності сприяє створенню більш сприятливих умов для розвитку корисної ґрунтової флори та підвищує ефективність засвоєння поживних речовин рослинами.

Водночас стає зростання врожайності культур у 2021–2024 рр. за органічної системи свідчить про те, що екологічні переваги органічного землеробства не шкодять економічній ефективності. Органічні методи дозволяють підтримувати високу продуктивність без надмірного застосування хімічних добрив та пестицидів, що є важливим фактором для забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку агросектору України [2].

Органічні технології сприяють не лише поліпшенню стану ґрунту, але й зниженню виробничих витрат на хімічні засоби. Зменшення хімічного навантаження на довкілля знижує ризики забруднення водних ресурсів і накопичення токсичних сполук у рослинній продукції. Крім того, використання органічних добрив і біопрепаратів підвищує родючість ґрунту, що у довгостроковій перспективі забезпечує стабільну продуктивність і економічну віддачу від посівів.

Впровадження органічного землеробства в Україні відкриває нові можливості для розвитку екологічно безпечного сільського господарства, що включає в себе [0,6]:

- формування стійких агроєкосистем з високою біологічною активністю ґрунтів;
- підвищення якості та безпечності сільськогосподарської продукції;
- зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та водні ресурси;
- розвиток ринку органічної продукції та залучення додаткових економічних ресурсів.

Розвиток органічних практик потребує створення відповідної нормативно-правової бази, впровадження програм підтримки фермерів та навчання аграріїв сучасним біотехнологічним методам землеробства. Такий комплексний підхід забезпечить не лише екологічну стабільність, а й економічну вигоду для виробників.

Висновок. Органічне землеробство є ефективним інструментом відновлення екологічної рівноваги ґрунтового середовища. Воно сприяє

підвищенню родючості ґрунту, оптимізації кислотності, відновленню чисельності ґрунтової мікрофлори та забезпечує стабільне зростання врожайності сільськогосподарських культур. Використання органічних технологій дозволяє поєднувати економічну ефективність із захистом довкілля, зменшуючи хімічне навантаження на агроєкосистеми. Перспективи розвитку органічного землеробства в Україні пов'язані із впровадженням державних програм підтримки, навчанням аграріїв сучасним біотехнологічним методам та формуванням ринку органічної продукції, що забезпечить сталий розвиток агросектору та продовольчу безпеку країни.

Список використаної літератури

1. Андрушків В. П., Ковальчук О. М. Органічне землеробство: технології, економіка, екологія. В. П. Андрушків, О. М. Ковальчук: монографія. Київ: Урожай, 2020. 184 с.
2. Іваненко С. В. Вплив органічних добрив на біологічну активність ґрунту. *Аграрна наука України*, 7(3), 2019, С. 45–52.
3. Литвиненко М. І., Петрова Т. В. Сталий розвиток агроєкосистем за органічного землеробства. *Екологія та природокористування*, 4, 2021, С. 12–19.
4. Савчук П. О., Ткаченко І. В. Вплив органічних технологій на врожайність зернових культур. *Збірник наукових праць НУБіП України*, 212, 2018, С. 78–85.
5. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Organic Agriculture for Sustainable Food Systems and Rural Development. Rome: FAO, 2017. URL: <http://www.fao.org/3/i7842en/I7842EN.pdf>
6. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labeling of organic products. *Official Journal of the European Union*, L 150/1, 2018. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0848>

Marian KLYMIUK,⁹

3rd-year student,
Faculty of Ecology, Forestry, and Landscape Gardening,
Vinnytsia National Agrarian University,
Vinnytsia, Ukraine

FEATURES OF NATURAL REGENERATION OF THE COMMON OAK (*QUERCUS ROBUR* L.) IN THE VINNYTSIA REGION

Анотація. У статті розглянуто стан природного поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) на території Вінницької області. Дуб є однією з основних лісоутворювальних порід регіону, проте його відтворення останніми

⁹ Науковий керівник: Олена Долінська асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства

десятиліттями зазнає значних труднощів. У роботі узагальнено дані лісовпорядкування та звітності лісгосподарських підприємств, проаналізовано вплив кліматичних і господарських чинників на поновлення дуба, визначено роль підліску та супутніх порід. Подано таблиці зі складом природного підросту, наведено приклади позитивного та негативного поновлення в різних умовах місцезростання.

Ключові слова: дуб звичайний, природне поновлення, Вінницька область, лісовпорядкування, підріст, лісівництво.

Annotation. The article examines the state of natural regeneration of common oak (*Quercus robur* L.) in the Vinnytsia region. Oak is one of the main forest-forming species in the region, but its reproduction has faced significant difficulties in recent decades. The paper summarizes data from forest management and forestry enterprises' reports, analyzes the impact of climatic and economic factors on oak regeneration, and determines the role of undergrowth and associated species. Tables showing the composition of natural regeneration are provided, and examples of positive and negative regeneration in different growing conditions are given.

Key words: common oak, natural regeneration, Vinnytsia region, forest management, undergrowth, forestry.

Introduction. The common oak (*Quercus robur* L.) is one of the most important tree species in Ukraine. It forms productive and long-lasting plantations, provides high-quality wood, and performs ecological functions – from regulating soil water regimes to maintaining biodiversity [1]. In the Vinnytsia region, oak occupies a significant share of the forest cover and is traditionally considered the main forest-forming species [2].

At the same time, recent decades have been characterized by difficult conditions for the natural regeneration of oak. The reasons for this are both climate change (dry periods, warm winters, sharp temperature fluctuations) and anthropogenic impact – excessive logging, grazing, and recreational pressure [3]. In many areas, oak is poorly regenerated and is replaced by associated species: maple, linden, hornbeam, and ash [2, 4]. This poses a challenge for foresters to comprehensively study the natural regeneration of oak, find effective ways to support it, and preserve oak forests as a valuable resource.

The purpose of this work is to analyze the state of natural regeneration of common oak in the Vinnytsia region based on forest management materials [5] and field observations, as well as to identify the main factors influencing this process.

Presentation of the main research material. Modern oak forests are of significant importance as a source of high-quality wood, which is distinguished by its excellent texture, hardness, color, and mechanical strength, exceeding the characteristics of many other tree species [1]. Oak wood is widely used in the production of parquet, furniture, and in various industries and construction. In addition to their economic value, oak forests perform a number of important ecological functions: they protect water sources, prevent soil erosion, contribute to the purification of atmospheric air, and create favorable conditions for recreation [1].

The growth rate of common oak varies significantly depending on environmental conditions [6]. In fresh oak forests of the forest-steppe zone, trees reach a height of approximately 3 m at the age of 10 and 6.7 m at the age of 20. In transitional areas between dry and fresh forests, growth slows down at a young age (2.4 m at 10 years), but then accelerates (7.8 m at 20 years). In mixed plantings of common oak and Norway maple (*Acer platanoides*) with dense planting (2.2×0.5 m) on prepared soil, the formation of a closed canopy layer occurs after 8-9 years. At the same time, with more sparse planting (3.5-4.0 m) on untreated areas, there is active development of herbaceous cover, mainly cereals, which creates competition for resources and can negatively affect the formation of the root system and tree growth.

The total area of forest stands in the Vinnytsia region is 366,400 hectares, of which 218,800 hectares are managed by the regional forestry and hunting administration [5]. The forest cover of the region currently stands at 13.8%, which is below the Ukrainian average (15%).

Common oak is represented in the region in both pure and mixed plantations. Its main companions are hornbeam, ash, linden, and sharp-leaved maple. Oak belongs to light-loving species and requires sufficient light for successful regeneration. However, in most oak forests, a dense undergrowth of hornbeam forms, which often suppresses young oak seedlings [3].

The conditions for natural oak regeneration are largely determined by the age and composition of the parent stands, the intensity of fruiting, the condition of the soil, and the presence of other species. In favorable years, oak produces a large number of acorns, but a significant portion of them is damaged by rodents, birds, or dry out.

According to the latest forest inventory in the Vinnytsia region [5], natural oak regeneration is uneven. In a number of forest districts, oak seedlings are absent or occur sporadically, while hornbeam and maple form dense thickets. Only in isolated areas where selective logging has been carried out or where there is free access to light is oak successfully regenerating.

Table 1. Composition of natural regeneration in oak stands in Vinnytsia region (according to forest management data)

Habitat	Total number of seedlings, thousand pcs/ha	Oak content, %	Associated rocks	Renewal characteristics
Fresh hornbeam forests	12,5	18	hornbeam, linden	weak, oak is suppressed
Fresh maple-oak forests	14,2	25	maple, ash	average, needs care
Moist oak forests	8,1	10	hornbeam, maple	unsatisfactory
Light forest edges and clearings	16,7	40	birch, aspen	good, oak dominates
Protective plantings on slopes	11,3	30	ash, hornbeam	average, promising

As can be seen from Table 1, the best conditions for oak regeneration are created in illuminated areas – forest edges, clearings, along roads and forest aisles. Here, oak has the opportunity to grow faster than other species and form viable groups. In closed, dense oak forests, it is largely suppressed by hornbeam.

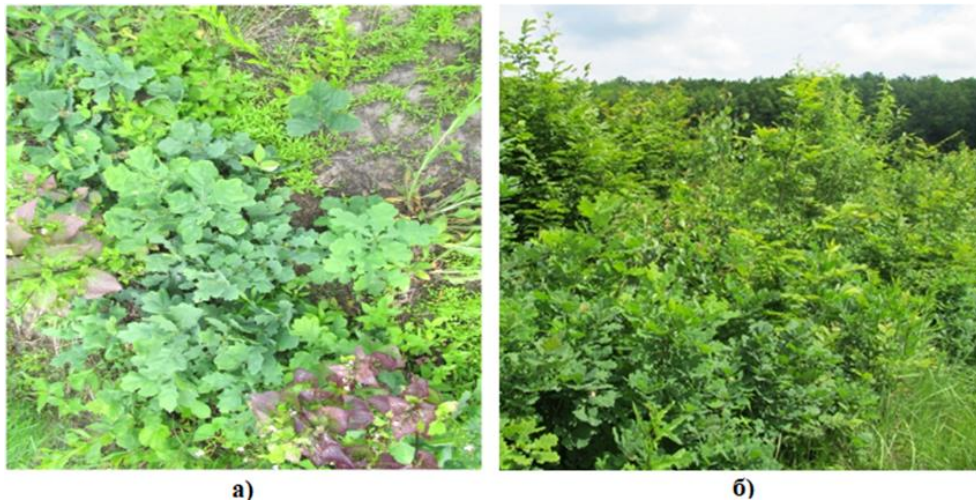


Fig. 1 Natural regeneration of common oak: a) 2-year-old regeneration b) 6-year-old regeneration

Figure 1 shows that oak seedlings are mostly located in groups (clusters) and are characterized by intensive upward growth and satisfactory condition. The leaves on young trees are a rich green color.

In recent decades, significant climatic fluctuations have been observed in the Vinnytsia region. Winters have become warmer and often snowless, while summers are frequently marked by prolonged droughts with temperatures exceeding +35 °C. Such conditions have a negative impact on the viability of young oak seedlings, as they have shallow root systems and are particularly sensitive to moisture deficiency in their early years.

In the absence of sufficient snow cover, acorns remaining on the soil surface often freeze or are damaged by rodents. In spring, a significant part of the seedlings may die due to the rapid drying of the topsoil. This explains the unevenness of natural oak regeneration even within a single block.

The main competitor of oak in the Vinnytsia region is common hornbeam (*Carpinus betulus*). Its seeds germinate well every year, seedlings grow quickly in the shade and form dense undergrowth. As a result, oak seedlings do not receive enough light and gradually die out. A similar situation is observed with small-leaved lime (*Tilia cordata*), which also forms dense thickets.

At the same time, in open areas, light-loving fast-growing species such as birch and aspen compete with oak. They predominate in the first years after felling or fire, but over time, oak has the potential to displace them, provided that other species do not interfere.

Human economic activity often has a negative impact on the natural regeneration of oak trees. In plantations bordering villages, livestock grazing, soil trampling, and

acorn harvesting are common. In recreational areas (parks, coastal forests), heavy use by vacationers leads to soil compaction and damage to young seedlings.

Analysis of forest management materials [5] and information from forestries has shown that the state of natural oak regeneration is not the same in different parts of the region. The results are influenced by both local conditions of moisture and soil cover, as well as the intensity of maintenance measures. In some quarters, there is active growth of oak seedlings, while in others they are almost absent or occur sporadically.

For example, Table 2 shows summary data from several forestries in Vinnytsia region.

Table 2. Examples of the state of natural oak regeneration in Vinnytsia region

Forestry	Habitat conditions	State of oak regeneration	Characteristics
Nemyriv	fresh hornbeam forest	poor	Oak occurs sporadically, hornbeam dominates
Haisyn	fresh forest edge after logging	good	Oak appears en masse, accompanying species lag behind
Lityn	moist oak-hornbeam forest	unsatisfactory	Oak is practically absent, heavy shading
Khmilnytskyi	slopes with well-drained soil	average	Oak forms groups but requires care
Tivriv	along forest aisles	high	Oak regenerates evenly, prospects for young growth formation exist

The examples given in Table 2 show that oak regenerates best in areas with sufficient light (forest edges, clearings, felled areas), while in closed oak forests and wet conditions it is suppressed by hornbeam and other shade-tolerant species. Thus, the decisive factor for success is not only the availability of acorns, but also the combination of soil and light conditions that ensure the development of young oak plants.

The results confirm that the natural regeneration of oak depends on many factors and can be regulated to a large extent by appropriate forestry measures. Based on the analysis, several practical recommendations can be formulated.

Firstly, gradual and selective felling should be used to create optimal light conditions. Partial clearing of the canopy allows the oak to receive sufficient light, while preventing the excessive growth of light-loving companion species.

Secondly, it is advisable to thin out hornbeam and linden undergrowth. These species actively regenerate in the shade and form dense undergrowth that suppresses oak seedlings. Removing part of the undergrowth allows oak seedlings to be preserved and their development enhanced.

Thirdly, it is necessary to leave areas with successful regeneration under protection. Such areas should be protected from grazing, recreational use, and other types of disturbance so that young trees have a chance to develop into stable stands.

Fourthly, during years of abundant fruiting, it is worth sowing additional acorns in promising locations. This allows for an increase in seedling density and a higher probability of oak groups forming in the future.

Finally, an important approach is to use a mosaic approach to logging, where both more illuminated areas and partially shaded areas are created within the same area. This provides a variety of conditions and, therefore, greater chances for oak to establish itself among other species.

The comprehensive application of these measures will increase the proportion of oak in young forests and ensure that it retains its position as the main forest-forming species in Vinnytsia region.

Conclusions. The natural regeneration of common oak in the Vinnytsia region is characterized by heterogeneity, which is caused by both natural and anthropogenic factors. The most favorable conditions for the emergence and growth of oak seedlings are observed on forest edges, clearings, and well-lit areas where it can compete with other species. In contrast, in closed oak forests, oak is often suppressed by hornbeam and linden, which significantly reduces its regeneration potential.

Additional complicating factors are climate change (warm snowless winters, summer droughts), which reduce the survival of acorns and seedlings, as well as anthropogenic impact (grazing, recreational use, acorn harvesting). The combination of these factors significantly limits the possibilities for natural regeneration.

At the same time, forestry practice proves that, with proper management, oak can successfully regenerate. The most effective measures are gradual and selective felling, selective removal of competing species, and maintaining favorable light conditions. The implementation of these measures will contribute to increasing the proportion of oak in young forests, preserving its leading role in oak forests, and ensuring the stability of forest ecosystems in Podillia in the context of modern climate challenges.

List of references

1. Бондар А.О. Формування лісових насаджень у дібровах Поділля. – Київ: Урожай, 2006. 336 с
2. Василевський О.Г., Підпалій І.Ф., Матусяк М.В., Самойлова Н.О. Особливості формування та потенціал використання природного поновлення дуба звичайного в умовах Поділля. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 93-101.
3. Діденко М.М., Поляков О.К. Стан природного поновлення дуба звичайного під наметом лісу в Лівобережному Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2018. Вип. 132. С. 25-34.
4. Нейко І.С., Матусяк М.В., Єлісавенко Ю.А., Панкова С.О. Характеристика природних дубових лісів та природного поновлення в умовах ДП «Тульчинське ЛМГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 166-182.
5. Центрально-Західне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства: Матеріали лісовпорядкування: Вінницька область. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://vinwood.gov.ua/informacija/vidkriti-](https://vinwood.gov.ua/informacija/vidkriti)

6. Matusyak M. Оцінювання ефективності використання природного поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) за лісовідновлення на суцільних зрубках в умовах свіжих грабових дібров Поділля. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2016. № 26(4). С. 110-116.

Дар'я БОЯЛЬСЬКА¹⁰,
студентка 2-го року навчання,
факультет екології, лісівництва та
садово-паркового господарства
ННІ агротехнологій та природокористування,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЛЬ УКРАЇНИ У ДОСЯГНЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЦІЛЕЙ ЄС

Анотація. У статті розглядається стратегічне значення України для реалізації екологічних ініціатив Європейського Союзу в контексті глобальних екологічних викликів. Зокрема, аналізується, як Україна, як частина європейського континенту, може сприяти досягненню цілей ЄС щодо зміни клімату, сталого розвитку та збереження природних ресурсів. Оскільки країна має значний екологічний потенціал, включаючи великі природні ресурси, потужні аграрні можливості та необхідність модернізації промисловості, вона може стати важливим партнером у досягненні цілей ЄС з переходу до «зелених» технологій.

Загалом, стаття висвітлює необхідність поглибленої співпраці України з ЄС, яка може стати важливим кроком до реалізації спільних екологічних цілей, створюючи взаємовигідні умови для обох сторін у напрямку енергетичної безпеки, економічного зростання та охорони навколишнього середовища.

Abstract. Abstract. The article examines the strategic importance of Ukraine for the implementation of the European Union's environmental initiatives in the context of global environmental challenges. In particular, it analyzes how Ukraine, as part of the European continent, can contribute to the achievement of the EU's goals on climate change, sustainable development and conservation of natural resources. Since the country has significant environmental potential, including large natural resources, strong agricultural opportunities and the need to modernize industry, it can become an important partner in achieving the EU's goals of transition to "green" technologies. In general, the article highlights the need for in-depth cooperation between Ukraine and the EU, which can be an important step towards the implementation of common

¹⁰ *Науковий керівник – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища
Вікторія ВЕРГЕЛІС

environmental goals, creating mutually beneficial conditions for both sides in the direction of energy security, economic growth and environmental protection.

Вступ. Україна виступає одним із ключових партнерів Європейського Союзу у сфері екологічної політики та втілення Європейського зеленого курсу (European Green Deal). Незважаючи на складні воєнні умови, держава послідовно адаптує своє законодавство до екологічних стандартів ЄС у межах процесу європейської інтеграції, що підкреслює її прагнення до сталого розвитку та «зеленого» відновлення. Європейське екологічне право є відносно новою галуззю права ЄС, яка в останні роки активно розвивається під впливом міжнародно-правових процесів, зокрема глобального характеру. Водночас його становлення безпосередньо впливає як на сучасне міжнародне право доктринально, так і на національні правові системи європейських держав, у тому числі України [1].

Актуальність дослідження ролі України у досягненні екологічних цілей ЄС обумовлена необхідністю адаптації національної екологічної політики до європейських стандартів у рамках європейської інтеграції. Україна має великий потенціал для впровадження принципів сталого розвитку, що включає зменшення викидів парникових газів, збереження біорізноманіття та розвиток відновлювальних джерел енергії. Водночас, країна стикається з серйозними екологічними проблемами, такими як забруднення навколишнього середовища та наслідки війни. Це дослідження є важливим для оцінки викликів і можливостей України на шляху до виконання зобов'язань перед ЄС та глобальних екологічних ініціатив.

Метою статті є аналіз ролі України у досягненні екологічних цілей Європейського Союзу, оцінка впливу національної екологічної політики на виконання зобов'язань перед ЄС, а також визначення основних викликів і можливостей, які виникають перед Україною у контексті її інтеграції до європейських екологічних стандартів та участі в глобальних ініціативах зі сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу. Європейський Союз поставив перед собою амбітні цілі у сфері екології, включаючи боротьбу зі змінами клімату, збереження біорізноманіття, покращення якості повітря та води, а також сталий розвиток економіки. Одним з основних напрямів цих зусиль є виконання «Зеленого курсу ЄС» (European Green Deal), який передбачає досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року [1].

Україна, як частина європейського контексту, також активно прагне до інтеграції у цій ініціативі. Спільно з ЄС, вона має можливість сприяти досягненню глобальних екологічних цілей, виконуючи низку важливих екологічних заходів на національному рівні.

Кліматична політика та скорочення викидів. Паризька угода (або Паризька кліматична угода) – міжнародний договір у межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC), спрямований на регулювання заходів щодо скорочення викидів вуглекислого газу, починаючи з 2020 року. Вона покликана замінити

Киотський протокол. Текст документа був узгоджений під час 21-ї Конференції сторін UNFCCC у Парижі та ухвалений консенсусом 12 грудня 2015 року. Голова конференції, міністр закордонних справ Франції Лоран Фабіус, назвав цей «амбітний і збалансований» план «історичною віхою» у боротьбі з глобальним потеплінням. Угода набула чинності 4 листопада 2016 року. На відміну від Киотського протоколу, Паризька кліматична угода зобов'язує скорочувати шкідливі викиди всі країни світу, незалежно від рівня їхнього економічного розвитку (табл.1.1.) [2].

Таблиця 1. Основні цілі Паризької угоди

№ п/п	Ціль	Характеристика
1	Обмеження зростання температури	Утримати підвищення середньої глобальної температури на рівні нижче 2°C порівняно з доіндустріальним періодом, з можливістю обмежити до 1,5°C для зменшення ризиків зміни клімату.
2	Адаптація та розвиток	Підвищення здатності країн адаптуватися до наслідків зміни клімату та перехід до економіки з низькими викидами парникових газів без загрози для виробництва продуктів харчування.
3	Фінансування кліматичних дій	Підтримка фінансових потоків для реалізації кліматичних ініціатив та переходу до розвитку з низьким рівнем викидів парникових газів.

Крім того, країни-учасниці зобов'язалися досягти «піку» викидів парникових газів якомога швидше. Це важливо, оскільки ці гази накопичуються в атмосфері. Чим швидше вдасться досягти цього піку і почати зниження викидів, тим меншим буде їхній негативний вплив на клімат і тим легше буде боротися з наслідками.

Україна приєдналася до Паризької угоди 22 квітня 2016 року в Нью-Йорку, ставши однією з перших країн, що її ратифікували. Верховна Рада України ратифікувала цю угоду 14 липня 2016 року. Закон про ратифікацію був підписаний Президентом України 1 серпня 2016 року [2].

Енергетичний перехід та відновлювана енергетика. Енергетичний перехід в Україні передбачає комплексні зміни для досягнення цілей сталого розвитку та європейської інтеграції. Ці трансформації включають збільшення частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), розвиток «зеленого» водню та модернізацію всього енергетичного сектору.

Україна активно працює над підвищенням частки ВДЕ в своєму енергетичному балансі, дотримуючись європейських стандартів. Згідно з Національним планом дій з розвитку відновлюваної енергетики, до 2030 року частка ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергії має досягти 27%. Це включає: електроенергетика: 29%, опалення та охолодження: 33%, транспортний сектор: 17%.

Для досягнення цих цілей Україна запроваджує різні механізми, зокрема аукціони для «зелених» тарифів та прямі договори між виробниками та споживачами (Corporate PPA's). При цьому пріоритетним є розвиток сонячної,

вітрової та біоенергетики [4].

«Зелений» водень – це водень, що виробляється за допомогою електролізу води з використанням електроенергії, отриманої з ВДЕ. Україна визначена як пріоритетний партнер для ЄС у цьому напрямку завдяки своєму значному потенціалу відновлюваної енергії. Розвиток цієї галузі є стратегічно важливим, оскільки:

1. Він може замінити викопне паливо в промисловості та транспорті.

2. Це сприятиме енергетичній незалежності України та Європи.

3. Україна має потенціал стати великим експортером «зеленого» водню до ЄС, що є важливим елементом співпраці.

Європейська «Воднева стратегія» та план REPowerEU роблять акцент на імпорті 10 мільйонів тонн «зеленого» водню до 2030 року, і Україна має всі шанси стати ключовим його постачальником [1,4].

Модернізація енергосистеми України є критично важливою для відмови від викопного палива та інтеграції з європейськими енергетичними ринками. Цей процес передбачає:

1. Поступову відмову від вугілля та газу – це головний крок для скорочення викидів парникових газів.

2. Підвищення енергоефективності: застосування новітніх технологій та стандартів у промисловості та житловому секторі.

3. Інвестиції в «без вуглецеву» генерацію: залучення інвестицій в сонячну, вітрову та інші види чистої енергії.

Експерти вважають, що Україна може декарбонізувати свою електроенергетику до 2050 року, що відповідає цілям «Європейського зеленого курсу». Це допоможе країні досягти енергетичної безпеки та кліматичних цілей [1,4].

В рамках Угоди про асоціацію з ЄС, Україна зобов'язалася імплементувати Директиву 2010/75/ЄС, яка регулює промислові викиди. Наразі в Україні діє застаріла система дозволів, що видаються окремо для кожного виду забруднення (наприклад, для викидів у повітря чи для використання води). Цей підхід не дозволяє оцінити загальний, кумулятивний вплив діяльності підприємств на довкілля і не враховує такі важливі аспекти, як забруднення ґрунтів, ефективне використання сировини чи енергії [3].

Хоча законодавство України теоретично передбачає використання найкращих доступних технологій та методів управління (НДТМ), на практиці ця концепція не працює, оскільки відсутні необхідні нормативи. Це, разом з неефективним державним контролем, не стимулює бізнес вкладати кошти в екологічні заходи.

З метою вирішення цих проблем, було розроблено проєкт Закону «Про запобігання, зменшення та контроль промислового забруднення». Цей закон має на меті створити комплексну правову базу для захисту довкілля. Його ключовим елементом є запровадження інтегрованого дозволу, який об'єднає всі вимоги щодо промислових викидів. Закон також визначить конкретні види діяльності, що потребують такого дозволу, та запровадить механізми для застосування НДТМ,

моніторингу та контролю за промисловим забрудненням [3].

Створення системи розширеної відповідальності виробника (РВВ) для мінімізації утворення сміття.

Розширена відповідальність виробника (РВВ) – це система економічних, фінансових, адміністративних та організаційних заходів, яка покладає на виробників певної продукції обов’язок забезпечувати управління відходами, що утворюються на етапі життєвого циклу цієї продукції (ст. 1 Закону України «Про управління відходами»). Закон України «Про управління відходами», що набув чинності 9 липня 2023 року, став революційним кроком у реформуванні системи поводження з відходами, яка діяла понад два десятиліття. Цей закон не лише замінив застарілі підходи, а й наблизив українське законодавство до стандартів Європейського Союзу.

Ключовим принципом, що лежить в основі закону, є ієрархія управління відходами, яка ставить на перше місце запобігання їх утворенню, потім повторне використання, переробку, інші види відновлення (наприклад, виробництво енергії) і лише в останню чергу – видалення (захоронення на полігонах) [3].

Новий закон також запроваджує принцип розширеної відповідальності виробника (РВВ). Це означає, що виробники певних товарів (пакувальних матеріалів, електроніки, шин тощо) відтепер відповідають за збирання, переробку та утилізацію своєї продукції після її використання. Це стимулює компанії виробляти більш екологічні товари.

Для забезпечення прозорості та контролю за всіма операціями з відходами створюється Електронна система управління відходами (ЕСУВ), яка є частиною єдиної екологічної платформи «ЕкоСистема». Крім того, закон встановлює обов’язок для органів місцевого самоврядування організувати роздільне збирання побутових відходів (паперу, пластику, скла, металу), а також окремо збирати великогабаритні, ремонтні та небезпечні відходи. Ці нововведення спрямовані на перехід України від практики захоронення сміття до моделі циркулярної економіки, де відходи розглядаються як цінний ресурс [3].

Захист біорізноманіття та охорона природних ресурсів проявляється у розширенні мережі національних парків та заповідників, що є одним із ключових пріоритетів екологічної політики України, спрямованої на збереження унікального природного багатства. Основна мета цього процесу – захист біологічного різноманіття, збереження унікальних видів рослин і тварин, а також рідкісних екосистем і ландшафтів. Ці території відіграють роль не лише природних сховищ, але й наукових лабораторій, де вчені можуть вивчати та моніторити стан довкілля. Крім того, розширення природоохоронної мережі сприяє розвитку екотуризму, що, у свою чергу, стимулює місцеву економіку та формує у суспільства екологічну свідомість [5].

Україна послідовно працює над цим напрямком. Наприклад, у 2024 році було створено Національний природний парк «Одеські лимани», а також розглядаються плани щодо розширення територій інших заповідних об’єктів. Проте, цей процес стикається з низкою викликів, таких як нестача фінансування, конфлікти з місцевими громадами через обмеження господарської діяльності та

брак кваліфікованих кадрів. Попри ці труднощі, розширення мережі національних парків та заповідників залишається важливим завданням для України, що допомагає зберегти її природну спадщину для майбутніх поколінь.

Інтеграція до європейської мережі природоохоронних територій Natura 2000. В Україні спроба виокремити біотопи мережі Natura 2000 поки що зроблена тільки для Закарпатської низовини. Реалізація проекту мережі Natura 2000 в Україні є досить проблематичною, оскільки проявляються величезні розбіжності у підборі критеріїв та методів формування національної та Всеєвропейської екомереж. Зроблені спроби вибору елементів екомережі в Україні, як правило, базуються на власноруч вироблених методиках і абсолютно не вписуються у класифікаційні схеми об'єктів охорони, прийняті у Європі. Це стосується, насамперед, геоботанічних методик та систем, згідно яких подаються назви таксонів та синтаксонів. Переліки рідкісних рослинних угруповань та класифікації біотопів України європейською спільнотою не можуть бути використані через застосований домінуючий підхід у їх ідентифікації. Особливо відчутно це проявляється на прикордонних територіях, де виникає необхідність узгодження структури регіональних екомереж України з європейськими [5].

Екологічна безпека під час війни. Документування та оцінка екологічних збитків від російської агресії. Військова агресія російської федерації проти України загострила проблеми у сфері державного екологічного контролю та суттєво збільшила навантаження на відповідні органи. До їхніх функцій і завдань додалися нові: фіксація екологічних наслідків війни, збір доказів злочинів рф проти довкілля, оцінка шкоди та збитків, завданих природному середовищу воєнними діями. Водночас у період війни порушення природоохоронного законодавства з боку суб'єктів господарювання не припинилися, а подекуди навіть посилювалися, тоді як вчасно виявляти та реагувати на них стало значно складніше. Це створює додаткові ризики – неконтрольованого забруднення довкілля, загроз для здоров'я людей, незаконного видобутку корисних копалин, знищення природних ресурсів і територій, а також втрат державного бюджету через несплату екологічних податків і платежів за використання природних ресурсів.

Наслідки таких правопорушень доведеться усувати в майбутньому разом із ліквідацією екологічних збитків, спричинених війною, і одним із ключових інструментів цього процесу має стати ефективний державний екологічний контроль. Водночас, як країна-кандидат на вступ до Європейського Союзу, Україна повинна прискорити гармонізацію національного екологічного законодавства з правом ЄС. Одним із головних пріоритетів європейської екополітики є забезпечення належного дотримання природоохоронних норм, що вимагає посилення контролю та відповідальності [1, 4].

Розробка плану післявоєнного «зеленого відновлення» України – це стратегічно важливе завдання, яке передбачає не лише відбудову країни, а й модернізацію її економіки та інфраструктури з урахуванням сучасних екологічних стандартів. Цей план має базуватися на принципах «Європейського зеленого курсу» (European Green Deal), що допоможе Україні інтегруватися в

європейський простір і забезпечити сталий розвиток (табл. 1.2.) [1, 4].

Таблиця 2. Основні цілі та переваги «зеленого відновлення»

№ п/п	Сфера	Основні заходи	Цілі та переваги
1	Енергетика	- Відновлення енергетичної інфраструктури з акцентом на ВДЕ (сонячна, вітрова енергія). - Розвиток «зеленого» водню.	- Підвищення енергетичної незалежності України. - Зменшення викидів парникових газів. - Співпраця з ЄС для виробництва та експорту водню
2	Транспорт	- Модернізація транспортної мережі з урахуванням екологічних стандартів. - Розвиток електричного транспорту.	- Створення екологічно чистої транспортної системи. - Оновлення громадського транспорту та залізниці. - Розвиток інфраструктури для електротранспорту
3	Промисловість	- Перехід до циркулярних моделей виробництва. - Заміна застарілих технологій на нові.	- Мінімізація утворення відходів. - Повторне використання матеріалів. - Створення більш ефективних і екологічних виробничих процесів
4	Сільське господарство	- Запровадження органічного землеробства. - Стале управління земельними ресурсами.	- Збереження родючості ґрунтів. - Покращення якості продукції. - Зменшення використання хімічних добрив та пестицидів.
5	Управління відходами	- Впровадження роздільного збирання сміття. - Будівництво переробних заводів.	- Запобігання утворенню відходів. - Рециклінг та повторне використання матеріалів. - Створення сучасної системи управління відходами.
6	Фінансування та співпраця	- Залучення міжнародних фінансових організацій (ЄІБ, програми ЄС). - Співпраця з європейськими партнерами.	- Забезпечення фінансування для «зеленого» переходу. - Узгодження з політикою ЄС. - Отримання технічної та фінансової допомоги від ЄС.

«Зелене відновлення» є не лише способом відбудувати зруйноване, а й унікальною можливістю побудувати нову, сталу та сучасну економіку, що відповідає глобальним викликам зміни клімату.

Висновок. Україна має важливу роль у досягненні екологічних цілей ЄС

завдяки своєму стратегічному розташуванню, багатим природним ресурсам та зобов'язанням, взятим в рамках європейської інтеграції. Співпраця з ЄС дозволяє Україні не лише втілювати міжнародні екологічні стандарти, але й здійснювати суттєвий внесок у глобальні зусилля щодо захисту довкілля та сталого розвитку.

Але для успіху цієї співпраці важливо продовжувати реформи, покращувати фінансування екологічних ініціатив, а також забезпечувати стійкий політичний та економічний розвиток.

Список використаної літератури

1. Микієвич М.М., Андрусевич Н.І., Будякова Т.О. Європейське право навколишнього середовища. Навчальний посібник. Львів. 2004. – 256 с.
2. Паризька кліматична угода (2015). URL: <https://surl.li/lhftqf> (дата звернення: 10.09.2025).
3. Імплементация Директиви 2010/75/ЄС. Про запобігання, зменшення та контроль промислового забруднення. URL: <https://surl.li/dlkkzq> (дата звернення: 10.09.2025).
4. Стратегічний план роботи Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України на 2024 – 2028 роки. м. Київ. 2024 рік. С. 126.
5. Natura 2000. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Natura_2000 (дата звернення: 10.09.2025).

Олександр БАНАХ11,

студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ НОЖЕВОГО МЕХАНІЗМА ВІДОКРЕМЛЮВАЧА СТЕБЛОВИХ КОРМІВ

***Анотація.** Обґрунтовано доцільність застосування блочно-порційної схеми вивантаження стеблових кормів з використанням вилючного захвата та сегментного ріжучого механізму з протирізальною пластиною. Запропоновано конструктивне рішення ножевого апарата з приводом від гідромотора через ексцентриковий механізм, що забезпечує зворотно-поступальний рух ножів за косинусоїдальним законом. Визначено кінематичні залежності переміщення, швидкості та прискорення ножа, розглянуто вплив сил інерції на робочий процес та шляхи їх зрівноваження. Особливу увагу приділено впливу геометрії ножа та режимів різання на енергозатрати процесу. Показано, що застосування ножів із змінними сегментами, розміщеними під малим кутом нахилу, забезпечує ефект*

11 Науковий керівник – Руткевич В.С., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

ковзаючого різання з меншими енерговитратами та підвищує довговічність ріжучого апарата. Розроблений вирізний механізм відокремлювача стеблових кормів дозволяє зменшити втрати поживних речовин, забезпечити збереження якості корму, підвищити ефективність та універсальність роботи фронтальних навантажувачів у тваринницьких господарствах.

Ключові слова: стебловий корм, вирізний механізм, гідропривод, моделювання, кривошипно-шатунний механізм, якість, продуктивність.

Annotation. The feasibility of using a block-portion scheme for unloading stem fodder using a fork grip and a segment cutting mechanism with a counter-cutting plate is substantiated. A design solution for a knife device driven by a hydraulic motor through an eccentric mechanism is proposed, which provides reciprocating motion of the knives according to the cosine law. The kinematic dependences of the knife movement, speed and acceleration are determined, the influence of inertia forces on the work process and ways of their balancing are considered. Special attention is paid to the influence of the knife geometry and cutting modes on the energy consumption of the process. It is shown that the use of knives with interchangeable segments placed at a small angle of inclination provides the effect of sliding cutting with lower energy consumption and increases the durability of the cutting device. The developed cutting mechanism of the stalk feed separator allows to reduce nutrient losses, ensure the preservation of feed quality, and increase the efficiency and versatility of front-end loaders in livestock farms.

Keywords: stalk feed, cutting mechanism, hydraulic drive, modeling, crank mechanism, quality, productivity.

Вступ. Сучасні технології заготівлі та зберігання стеблових кормів вимагають ефективних засобів для їх вивантаження з траншейних сховищ. Використання традиційних навантажувальних пристроїв нерідко призводить до надмірного розрихлення кормової маси, втрат поживних речовин та підвищення енергозатрат. Тому актуальним завданням є створення робочих органів фронтальних навантажувачів, які забезпечать якісне блочно-порційне відокремлення силосу та сінажу із мінімальними втратами. Одним із перспективних рішень є застосування сегментного ножового механізму, що дозволяє поєднати високу продуктивність з простотою конструкції та надійністю в експлуатації.

Виклад основного матеріалу. Аналіз конструктивних рішень та принципів дії вітчизняних і зарубіжних навантажувальних засобів для вивантаження кормів із траншейних сховищ дав змогу визначити найбільш перспективні схеми робочих органів, які отримали широке застосування у фронтальних навантажувачах. Оптимальним варіантом робочого органа є виловний захват, оснащений механізмом для вирізання блоків. Конструкція такого ріжучого апарата повинна відзначатися простотою виготовлення та обслуговування, високою надійністю, низькою енергоємністю та забезпечувати якісне різання і відокремлення корму.

Ключовою передумовою вибору схеми робочого органа фронтального вивантажувача стеблових кормів є виражена горизонтальна шаруватість кормової маси, а також той факт, що опір її відриву в горизонтальній площині у 8–12 разів менший, ніж у вертикальній [1, 2].

З метою запобігання розрихленню кормової маси під час вивантаження та, відповідно, зменшення втрат поживних речовин, було розроблено вирізний механізм для вивантаження стеблових кормів з траншейних сховищ, оснащений сегментним ріжучим механізмом із протирізальною пластиною. Принципова схема навісного знаряддя з ножовим механізмом для блочно-порційного відокремлення силосу та сінажу подана на рис. 1.

Вирізний механізм для вивантаження стеблового корму з траншейних сховищ складається з вертикальної рами 1, на нижньому брусі 3 якого закріплено вила 4, також на рамі розміщено П - подібну рамку 9 з ріжучими ножами у нижній частині, вертикальне переміщення якої здійснюється за допомогою гідроциліндра 2 двосторонньої дії, а відокремлення стеблового корму від моноліту у вертикальній площині здійснюється гідромотором. Вирізний механізм для вивантаження стеблового корму розміщується на фронтальному навантажувачі на базі трактора МТЗ-82.

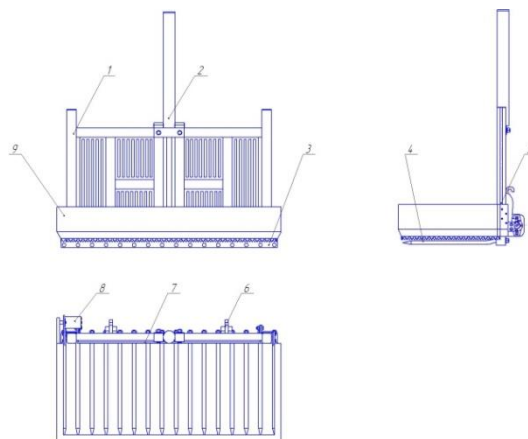


Рис. 1. Вирізний механізм стеблового корму:

1-вертикальна рама, 2-гідроциліндр, 3-брус, 4-вила, 5-кронштейн,
6-механізм фіксації, 7-тяга, 8-гідромотор

Технологічний процес блочно-порційного вивантаження складається з таких етапів:

- 1) впровадження вил в торець стеблового корму;
- 2) вирізка ножами по бічних і фронтальній поверхнях;
- 3) підйом стріли з відриванням корму по основі від маси;
- 4) транспортування або навантажування в транспортний засіб.

Аналіз різних технологічних схем вивантаження, свідчить, що блочно-порційна схема порівняно з іншими має суттєві переваги, з яких у першу чергу слід виділити:

- гладку поверхню зрізу, що перешкоджає попаданню повітря, захищає силос від гниття;

- зберігання вирізаного блока кілька днів із збереженням якості;
- обмеження доступу холодного повітря в приміщення з тваринами;
- дозування кількості корму, застосовування різних видів силосу;
- можливість одночасного транспортування блоку корму в кормовий коридор;
- використання навантажувача на інших сільськогосподарських роботах.

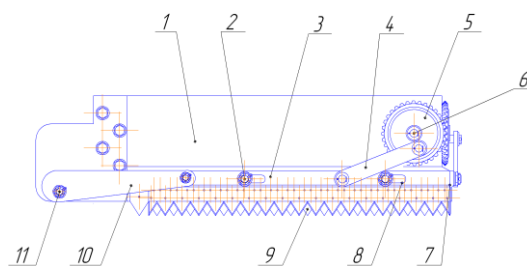
Різання є одним з найпоширеніших технологічних прийомів при розділенні твердих тіл на частини. Фізико-механічні властивості матеріалу в основному визначають геометрію ножа і характер самого процесу [2].

Характеризуючи процес різання, академік В.О. Желіговський вказує, що термін «різання» об'єднує поняття трьох істотно різних між собою технологічних процесів розділення матеріалу з порушенням його цілісності під тиском різального інструменту [3]. Він розрізняє три способи різання: лезом(ножем), пуансоном(ножицями), різцем (пилою).

Найбільший вплив на енергозатрати і продуктивність блочно-порційного вивантаження корму відіграють конструктивні параметри ножа і режими різання [4, 5]. Експериментально і аналітично доказано, що із зменшенням кута заточки і збільшенням гостроти леза знижується зусилля і гранична робота різання. Тому основною метою конструктивного рішення є зменшення кута заточки, збільшення гостроти леза та забезпечення високої швидкості різання.

Слід зазначити, що в стебловий корм, закладений в основному в надземні траншейні сховища, можуть попадати абразивні частини пилу, піску, ґрунту, дрібні камені, металеві деталі, тощо. Тому вказані фактори приводять до інтенсивного зношення товщини леза, затуплення гостроти ріжучої кромки ножа і усе це призводить до збільшення енергозатрат на операцію різання, та у свою чергу до більш частого заточування ріжучої кромки, в деяких випадках до заміни робочих ножів та збільшення трудомісткості процесу.

Розроблена конструктивна схема ножевого механізму з розміщеними в одній площині ріжучими елементами має свої особливості (рис.2).



1-корпус, 2-палець, 3-корпус ножа, 4-тяги, 5-конічне зубчасте колесо, 6-вісь, рухомий ніж, 8-паз, 9-нерухомий ніж, 10-тяги, 11-ексцентрик

Рис.2. Приводний механізм ножа

Різальний апарат працює по принципу ножиць, який відноситься до підпірного типу різання, так, як в цьому випадку перерізані частини матеріалу опираються на одну або дві опори, створюючи ножеву пару з рухом ріжучої пари – сегментом ножа. При роботі дво- ножевого ріжучого апарата зріз відбувається

у чистому вигляді, оскільки тут наявний зустрічний і практично безззорний рух ріжучого механізму. Також особливістю роботи ножа при різанні стеблових кормів являється, те, що сік, який виділяється, змашує поверхні, зменшуючи опір їх взаємного переміщення.

З підвищенням швидкості ножа зусилля різання знижується, це пов'язано з тим, що при великій швидкості взаємодії ріжучої кромки і матеріалу напруження під ріжучою кромкою через пружну в'язкість матеріалу передається шару повільніше і, таким чином, локалізується у кромки леза. Руйнування матеріалу здійснюється з меншим зусиллям. Для локалізації дії леза при значній швидкості його входження в шар корму мають значення і прискорення, що виникають у шарах кормового масиву, від прагнення вивести їх із стану спокою і надати їм миттєвої значної швидкості. Прискорення досягають великих значень, що обумовлюють виникнення інерційних сил, достатніх для локалізації деформації і створюючи «інерційні підпори».

Аналіз конструктивних особливостей поширених механізмів привода ножів і подібних робочих органів, принцип роботи яких заснований на зворотно-поступальних рухах, дозволили вибрати найбільш простий і надійний ексцентриковий механізм з приводом від гідромотора. Наразі неможливо уявити машини сільськогосподарського призначення без гідропривода, і, зокрема, об'ємного. Розглянемо такий привод ножа (рис.3), рухомого по косинусоїдальному закону.

Кутова швидкість ексцентрика ω визначається, як перша похідна кутового переміщення за часом:

$$\omega = d\varphi/dt, \quad (1)$$

або,

$$\omega = \frac{\omega \lambda \cos \varphi}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}} \approx \omega \lambda \cos \varphi$$

де ω - кутова швидкість ексцентрика,
 λ - безрозмірний кінематичний параметр стала кривошипно-шатунного механізму $\lambda = R/L$,
 φ - кут повороту кривошипа.

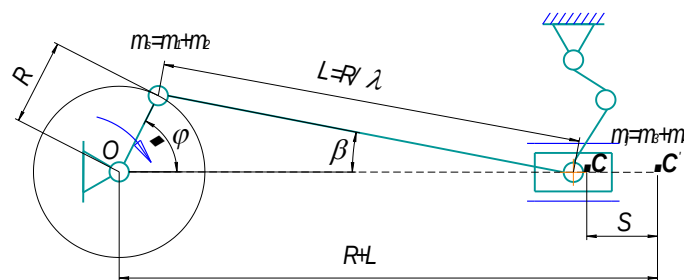


Рис.3. Схема кривошипно-шатунного механізму привода ножа вирізного механізму стеблових кормів

При роботі ножевого механізму, який здійснює зворотно-поступальний рух, у якості характеристик визначають переміщення S , швидкість W і прискорення j . Якщо переміщення S ножа відраховується в його крайньому положенні, тоді із рисунка 3 знаходимо:

$$S = C'C = C'O - CO = R + L - CO.$$

CO визначають із трикутника CAO, $CO = R \cos \varphi + L \cos \beta$,

тоді

$$S = R + L - R \cos \varphi - L \cos \beta,$$

де R - радіус кривошипа,

L - довжина шатуна,

β - кут відхилення шатуна,

При практичних розрахунках ця точна формула незручна, оскільки переміщення ножа залежить від двох змінних φ і β , тому зручніше користуватись наближеною формулою в якій змінну β виражено через φ на основі бінома Ньютона. При цьому $\sin \beta / \sin \varphi = R/L$ і

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}$$

Розглядаючи праву частину по біному Ньютона, отримаємо

$$\cos \beta = (1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi)^{1/2} = 1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi / 2 - \lambda^4 \sin^4 \varphi / 8;$$

$$\sin^2 \varphi = 1 - \cos^2 \varphi / 2$$

Тоді, нехтуючи малою величиною членів вище другого порядку,

$$\cos \beta = 1 - \lambda^2 / 4 + (\lambda^2 / 4) \cos 2 \varphi \text{ і}$$

$$CO = R \cos \varphi + L [1 - \lambda^2 / 4 + (\lambda^2 / 4) \cos 2 \varphi],$$

якщо враховувати, що $L = R / \lambda$, отримуємо

$$CO = R \cos \varphi + L - R \lambda / 4 + (R \lambda / 4) \cos 2 \varphi.$$

Підставивши отриманий вираз для CO у вихідне рівняння, отримуємо

$$S = R + L - CO = R + L - R \cos \varphi + L - R \lambda / 4 + (R \lambda / 4) \cos 2 \varphi$$

або

$$S = R - R \cos \varphi + R \lambda / 4 - (R \lambda / 4) \cos 2 \varphi$$

В кінцевому вигляді після перетворень формула для розрахунку переміщення ножа має вигляд:

$$S = R [(1 - \cos \varphi) + (\lambda / 4) (1 - \cos 2 \varphi)]. \quad (2)$$

Швидкість ножа W визначають по формулі, яку отримують диференціюванням виразу (2) по часу:

$$W = dS / dt = \frac{d\varphi}{dt} \frac{dS}{d\varphi} = R (\sin \varphi + (\lambda / 2) \sin 2 \varphi) d\varphi / dt \quad (3)$$

Так як кутова швидкість ексцентрика $\omega = d\varphi / dt$, то формулу можна записати у вигляді:

$$W = \omega R (\sin \varphi + (\lambda / 2) \sin 2 \varphi). \quad (4)$$

Прискорення j визначають диференціюванням виразу швидкості по часу

$$j = \frac{dW}{dt} = \left(\frac{dW}{d\varphi} \right) \left(\frac{d\varphi}{dt} \right) = \left(\frac{d\varphi}{dt} \right) R \omega (\cos \varphi + \lambda \cos 2 \varphi) = \omega R \omega (\cos \varphi + \lambda \cos 2 \varphi)$$

Остаточно

$$j = R \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2 \varphi) \quad (5)$$

Прискорення маси рамки з ножами визначає силу інерції. Розглядаючи маси слід виділити, маси здійснюючі зворотно-поступальні рухи, які зосереджені в точці С:

$$m_j = m_3 + m_4; \quad (6)$$

і маси, здійснюючі обертові рухи, які зосереджені в точці А:

$$m_s = m_1 + m_2 \quad (7)$$

Таким чином, з урахуванням приведених мас і розглянутих раніше прискорень в кривошипно-шатуні механізмі діє дві сили інерції:

- сила інерції від зворотно-поступальних мас:

$$P_j = - m_j j \quad (8)$$

- сила інерції від обертових мас:

$$P_s = - m_s R \omega^2 \quad (9)$$

Після підстановки в рівняння (8) значення прискорення j , яке визначають по формулі (5), отримуємо:

$$P_j = m_j R \omega^2 \cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi \quad (10)$$

Суттєва невірноваженість сил інерції, що виникають під час роботи ножового механізму стеблових корму, спричиняє вібрацію робочого органа та всього навантажувача. Зменшення цих сил може бути досягнуте шляхом встановлення додаткових противаг на ланках механізму ріжучого органа. Проте такий підхід призводить до підвищення навантаження в кінематичних парах, що, своєю чергою, знижує довговічність і надійність привода ножа. Найбільш ефективним рішенням у даному випадку є використання самозрівноважувальних механізмів.

Запропонована конструкція робочого органа усуває зазначені недоліки, оскільки забезпечує зворотно-поступальний рух ножового апарата, при якому прискорення ріжучих частин є рівними за модулем і протилежними за напрямом. Завдяки симетрії мас двох ріжучих елементів, що працюють у протихід, досягається зрівноваження інерційних сил і підвищується ефективність процесу різання. При цьому підпір відокремлюваної частини кормової маси забезпечується як самим матеріалом, так і нерухомими ріжучими ножами.

Використання ножа з робочими сегментами, розташованими під малим кутом нахилу, дозволяє реалізувати ефект енергоощадного ковзаючого різання завдяки кінематичній трансформації кута заточки та гостроти леза. Ріжучі кромки, зорієнтовані в одному напрямку, здійснюють поділ матеріалу у вигляді прорізу без утворення стружки, тоді як фаски формують проріз за рахунок зминання його стінок на товщину, рівну товщині ножа. Одним із найбільш раціональних конструктивних рішень є застосування ножа зі змінними сегментами, що обумовлено специфічними умовами експлуатації ріжучого механізму.

Висновки. У результаті проведених досліджень обґрунтовано доцільність застосування блочно-порційної схеми відокремлення стеблових кормів із траншейних сховищ. Запропонований робочий орган фронтального навантажувача з сегментним ножовим механізмом забезпечує якісне різання кормової маси без її надмірного розрихлення, що сприяє збереженню поживних речовин і підвищенню ефективності використання кормів у тваринництві.

Розроблена конструкція ножового апарата зі змінними сегментами та ексцентриковим приводом від гідромотора дозволяє реалізувати енергоощадний процес ковзаючого різання, зменшити силове навантаження, зрівноважити

інерційні сили та знизити вібрацію робочого органа. Це підвищує довговічність і надійність механізму, забезпечує гнучкість у використанні.

Отримані результати свідчать, що застосування блочно-порційного відокремлювача з розробленим ріжучим механізмом є перспективним напрямом удосконалення технологічних процесів вивантаження і транспортування силосу та сінажу у сучасних тваринницьких господарствах.

Список використаної літератури.

1.Руткевич В.С., Кушнір В.П., Остапчук О.О. Інноваційні засоби для вивантаження стеблових кормів з траншейних сховищ. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки* 2022. № 1 (305). С. 261–269.

2.Руткевич В.С., 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.

3.Shargorodskiy S., Rutkevych V., Kupchuk I., Hraniak V., Didyk A. Investigation of drive power of the mechanism for separation of stem feed from feed monolith. *Agricultural engineering*. 2022. Vol. 54. P. 27–38.

4.Rutkevych V., Kupchuk I., Yaropud V., Hraniak V., Burlaka S. Numerical simulation of the liquid distribution problem by an adaptive flow distributor. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2022. Vol. 98 (2). P. 64-69.

5.Kuzmenko V. F., Veselovska N. R., Rutkevych V. S., Shargorodskiy S. A., Kholodiuk O. V. Modeling of an adaptive hydraulic drive system for the cutting mechanism of a stem feed loader. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*. 2025. Vol. 12(2), pp. F1–F11.

Вадим БІЛИЙ¹²,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН

Анотація. У статті розглянуто конструктивні особливості дощувальних машин, їх вплив на ефективність зрошення та продуктивність роботи. Проведено аналітичний огляд сучасних систем, визначено ключові фактори вибору обладнання для оптимізації водоспоживання та підвищення врожайності.

¹²Науковий керівник – Бабин І.А., кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: дощувальні машини, конструктивні особливості, зрошення, водозбереження, продуктивність, ефективність.

Annotation. *The article discusses the design features of sprinkler machines, their impact on irrigation efficiency and productivity. An analytical review of modern systems was conducted, and key factors for selecting equipment to optimize water consumption and increase crop yields were identified.*

Key words: *sprinkler machines, design features, irrigation, water conservation, productivity, efficiency.*

Вступ. Рациональне використання водних та енергетичних ресурсів у зрошенні стає критичним фактором, враховуючи зміни клімату, зростання цін на енергоносії та вимоги до стабільного врожаю. Зрошувальні системи, що відрізняються гнучким керуванням подачею води, мобільністю та масштабованістю, включають дощувальні машини - від барабанних і «гарматних» установок до тих, що діють за круговою (center-pivot) та фронтальною (linear-move) схемами. Їх конструкція - трубчасті магістралі, опорні візки з приводами, редуктори, вузли управління швидкістю, комплекти розпилювачів з регуляторами тиску, VRI-модулі (variable-rate irrigation) - безпосередньо впливає на рівномірність розподілу води для поливу, питомі енерговитрати та надійність у полі. Стандарти ISO 15886 регламентують термінологію, класифікацію, вимоги до конструкції та методи випробувань зрошувальних розпилювачів, забезпечуючи єдину основу для порівняльного аналізу.

Разом з тим, залишаються актуальні виклики: знос і надійність приводів на нерівній місцевості, чутливість до вітрового зносу/випаровування при великих траєкторіях струменя, ризик засмічення сопел, корозійна стійкість матеріалів, а також оптимізація енергоспоживання установки в умовах змінних напорів та дебітів. Сучасні експериментальні дослідження демонструють, що навіть при однаковій подачі води, конструктивні зміни (тип голівки, висота, схема регулювання тиску, крок сопел) мають суттєвий вплив на CU/DU та споживання кВт·год/м³. Отже, системний аналіз конструктивних особливостей - від форсунок до архітектури всієї машини - є ключовим для підвищення ефективності водо- та енерговикористання в системах зрошення.

Виклад основного матеріалу. Ключовими показниками експлуатаційної ефективності є коефіцієнт рівномірності Крістіансена (CU), розподільча рівномірність (DU) та ефективність внесення (Ea/ELQ). Їх оцінюють шляхом польових випробувань з використанням "catch-can" методу та карт розподілу глибини поливу, що безпосередньо пов'язані з конструктивними параметрами: діаметром та типом сопел, висотою їх розташування, траєкторією струменя, кроком розміщення та схемою "tapering" сопел вздовж машини, наявністю регуляторів тиску, а також швидкістю руху секцій. Сучасні дослідження та методичні рекомендації галузевих асоціацій визначають DU<70% як низький рівень, 70-90% - як прийнятний/добрий, >90% - як відмінний; досягнення

високих значень вимагає обґрунтованих конструктивних рішень і правильного підбору гідравліки.

Гідравлічні втрати вздовж трубчастих ферм і зміни тиску на форсунках створюють складний компроміс між енергоспоживанням та рівномірністю поливу. Аналітичні та чисельні моделі, що використовуються для машин кругової та фронтальної дії, дозволяють оптимально підбирати профіль сопел, крок їх розташування, а також алгоритми регулювання швидкості руху візків з урахуванням рельєфу місцевості, впливу вітру та обмежень насосної станції. Додаткове впровадження VRI-рішень та телеметрії відкриває перспективи просторово-часової модуляції поливу, враховуючи карти урожайності, зонування вологості ґрунту та агрофізичні властивості ґрунту, що потребує переосмислення "класичної" конструкції в бік модульності та інтеграції сенсорних систем.

Широкозахватні дощувальні машини (ШДМ) - лідери серед іригаційних технологій, їх обирають майже 70% сільськогосподарських підприємств на планеті.

Чому вони такі популярні?

- Збільшення урожаю у 2-3 рази (врожайність зрошуваних угідь значно вища).
- Швидка окупність інвестицій (в середньому близько 3 років).
- Економічно ефективне рішення для поливу (вимагає значно менших стартових вкладень на 1 гектар у порівнянні з крапельним зрошенням).
- Забезпечення врожаю під час засухи (або у періоди відсутності необхідних опадів).
- Максимальне наближення до природних опадів (система імітує дощ).
- Можливість фертигації (внесення рідких добрив або засобів захисту рослин разом з поливом).

Основний устрій дощувальних машин, які мають попит в Україні, перегукується з американськими зрошувальними комплексами, проте також існують унікальні інженерні рішення вітчизняних виробників.

Наразі, враховуючи потреби аграріїв та специфіку поля, на ринку доступні дощувальні системи таких видів:

- кругові стаціонарні системи;
- фронтальні дощувальні системи;
- універсальні (іподромні) системи з можливістю розвороту.

Вибір конкретного виду зрошувальної техніки залежить від форми ділянки. Наприклад, на Херсонщині найчастіше використовують кругові машини. На Дніпропетровщині та Запоріжжі переважають угіддя змішаної форми – квадратної та прямокутної. Якщо поле має квадратну конфігурацію, придатну для кругової системи, то оптимальним рішенням буде саме такий тип обладнання.

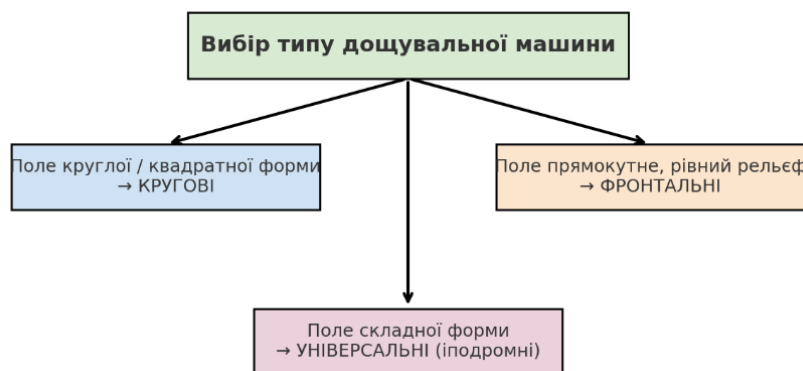


Рис. 1. Умови для вибору дощувальних машин в залежності від форми поля.

На прямокутних ділянках найчастіше застосовують фронтальні машини, адже вони здатні повністю покрити всю площу. Проте, можуть використовуватись і кругові машини, за умови, що їхнє застосування на цій ділянці буде ефективним. У разі неправильної форми полів, доцільно використовувати машини лінійного типу.

1. Кругові зрошувальні машини – це техніка для сільського господарства, що застосовується для поливу угідь, здебільшого прямокутних площ. Вони працюють за принципом обертання навколо нерухомого центрального пункту, до якого підведено воду. Конструктивно вони складаються з кількох секцій-прольотів з розпилювачами, що пересуваються на візках з колесами. Завдяки цьому досягається рівномірне зволоження землі.

Фіксовані (непересувні) кругові системи - класичний варіант зрошувальних комплексів, що складаються з певного числа (до 20 одиниць) прольотів, які здійснюють оберти навколо нерухомого вертикального стержня, закріпленого на бетонній основі у геометричному центрі квадратного поля. До цього стержня підводиться вода та електрика. Кругові системи переміщаються з попередньо заданою швидкістю, що може коригуватися у широкому діапазоні та гарантує внесення оптимальної кількості опадів. Кожна колісна пара має свою радіальну швидкість. Система кінцевиків, розміщених на прольотах, забезпечує лінійний рух усієї системи. Фіксовані системи елементарні в експлуатації та потребують мінімального контролю. Один оператор може керувати роботою до 10 кругових непересувних систем. Кругові дощувальні системи вирізняються високою надійністю і демонструють оптимальне співвідношення ціни та якості.

Секторні кругові системи. Прольоти рухаються не по замкнутому колу, а по заданому сектору, що менше ніж 360 градусів, у випадках наявності перешкоди (господарська споруда, дерево, стовпи тощо) або, коли рельєф місцевості не дає можливості системі здійснити повний оберт. Реверсивна система забезпечує безперебійне функціонування, тоді як система безпеки гарантує, що прольоти зупиняться наприкінці зрошуваної території.



Рис. 2. Загальний вигляд кругової дощувальної машини.



Рис. 3. Вигляд основного і кутового крил дощувальної машини.

2. Фронтальні дощувальні машини - це сільськогосподарські установки для зрошення прямокутних полів, які пересуваються лінійно або комбіновано вздовж поля, як правило, в режимі "туди-назад", за допомогою водопостачання від шланга або латерального каналу. Вони ефективно покривають до 98% площі поля, забезпечують високу автономність роботи та дозволяють індивідуально налаштовувати швидкість поливу для різних культур.

Це системи, які складаються з декількох прольотів, які можливо застосовувати автономно. Вода постачається або з гідрантів гнучким шлангом, або шляхом всмоктування води вмонтованою помпою з відкритого каналу. Електричне живлення подається зовнішнім кабелем або від дизель-генератора, встановленого на енергетичному шасі, що пересувається разом із системою. Фронтальні дощувальні системи функціонують з різною конфігурацією полів, дотримуючись двох сценаріїв - класичного - лінійного або комбінованого лінійно-кругового рухів.



Рис. 4. Фронтальна машина 2RM1.



Рис. 5. Конструкція для постачання води вмонтованою помпою для фронтальних дощувальних машин.

3. На полях зі складною конфігурацією ефективними є іподромні системи зрошення.

Для поливу полів нестандартної форми, зі складною конфігурацією оптимальним рішенням є універсальні (іподромні) зрошувальні системи. Завдяки послідовному руху всієї установки вздовж поля й повороту в декількох точках, ефективність поливу досягає 98%.

Принцип роботи: центральна вежа фронтальної системи іподрому має дизельний генератор, який дозволяє рухати машину прямо по полю, а при необхідності повернути її в кількох місцях. Для забезпечення води

використовують канал по полю або трубопровід з гідрантами, розташованими кожні 100–150 метрів. Вода надходить через головну магістраль до спіралей під тиском 2–4 атмосфери і розбризкується по зрошуваній зоні.



Рис. 6. Дощувальна іподромна машина Otech 4RM-VE ST 168.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця з основними характеристиками трьох типів дощувальних машин.

Характеристика	Кругові (Center-pivot)	Фронтальні (Linear-move)	Універсальні / Іподромні
Схема руху	Обертається навколо центральної опори по колу	Переміщується прямолінійно на візках по полю	Переміщується по овальному («іподромному») маршруту
Форма зрошуваної площі	Кругла або секторна	Прямокутна, смугове зрошення	Овальна, комбінована
Тип подачі води	Централізований вузол (подача з центру)	Гнучкий шланг чи канал по краю поля	Комбінований (центр + пересувні вузли)
Рівномірність поливу	Висока ($CU/DU > 85-90\%$ при правильному налаштуванні)	Дуже висока (CU/DU до 95%)	Середня–висока ($CU/DU \sim 80-90\%$)
Енерговитрати	Помірні, економічніші за фронтальні	Вищі через довші подачі та насосну роботу	Середні, залежать від довжини траси
Придатність для різних культур	Більшість польових культур (кукурудза, пшениця, соняшник, соя)	Овочеві, кормові, багаторядкові культури, точне зрошення	Змішані посіви, поля неправильної форми
Продуктивність	40–100+ га на одну	30–70 га (але з	40–80 га

	машину	вищою точністю)	
Складність управління	Середня, сучасні системи з автоматикою	Вища, потребує більшого контролю	Висока через комбіновану траєкторію
Вартість	Середня/висока (залежно від довжини)	Вища через складність	Дуже висока, рідкісні в застосуванні

Висновок. Аналіз конструктивних особливостей різних типів дощувальних машин показує, що вибір оптимальної системи зрошення залежить насамперед від конфігурації поля, вирощуваних культур та економічних можливостей господарства. Кругові машини забезпечують високу продуктивність і простоту експлуатації, однак ефективні лише на полях із близькою до квадратної формою. Фронтальні системи відзначаються максимальною рівномірністю поливу та доцільні для прямокутних ділянок із високими вимогами до якості зрошення, проте потребують значних капіталовкладень і рівного рельєфу. Універсальні (іподромні) машини здатні адаптуватися до складних контурів полів і поєднують переваги двох попередніх типів, але залишаються малопоширеними через високу собівартість і складність обслуговування.

Таким чином, раціональне використання дощувальних машин полягає у відповідності конструктивного типу конкретним умовам господарства: кругові - для великих полів стандартної форми, фронтальні - для інтенсивного овочівництва й культур із високими вимогами до точності зрошення, універсальні - для ділянок зі складною геометрією, де інші системи є менш ефективними. Такий підхід дозволяє досягти оптимального співвідношення між рівномірністю поливу, енергоефективністю та економічною доцільністю.

Список використаної літератури

1. Зрошення в Україні: види та особливості вибору дощувальних машин: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/14140-zroshennya-v-ukrayini-ozvucheno-vidi-ta-osoblivosti-viboru-doschuvalnih-mashin> (дата звернення 10.08.2025).

2. Митрофанов О., Сидоренко В., Сидоренко С. Визначення особливостей та ефективності дощувальної машини кругової дії з кутовою зрошувальною системою. *Сільськогосподарська техніка та обладнання: прогнозування, конструювання, випробування*: науковий журнал. 2020. Вип. 27(41). С. 112-121

3. Variant Irrigation - Лідер з виробництва дощувальної техніки в Україні: веб-сайт. URL: <https://variant-irrigation.com.ua/> (дата звернення 15.08.2025).

4. Стаціонарні дощувальні системи: веб-сайт. URL: https://agsolco.com/statsionarni_i_peresuvni_doshchuvalni_sistemi/ (дата звернення 10.08.2025).

Фронтальні дощувальні системи: веб-сайт. URL: <https://agsolco.com/frontalni-doshchuvalni-sistemi/> (дата звернення 16.08.2025).

Артем ДРОНЧАК¹³,
студент 1-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

КОНСТРУКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА CASE IH AXIAL-FLOW 7250

***Анотація.** У статті висвітлено конструкційні особливості та режими роботи сучасного зернозбирального комбайну Case IH Axial-Flow 7250, що широко застосовується в агропромисловому секторі України, зокрема і в Науково-дослідному господарстві «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Відмічено, що даний комбайн об'єднує передові технології та інженерні рішення, спрямовані на ефективний і делікатний обмолот зернових культур із мінімальними втратами.*

***Ключові слова:** зернозбиральний комбайн, Case IH Axial-Flow 7250, система Axial-Flow, аграрний сектор, продуктивність, точне землеробство, інновації.*

***Anotation.** The article highlights the design features and operating modes of the modern Case IH Axial-Flow 7250 combine harvester, which is widely used in the agro-industrial sector of Ukraine, including in the Scientific Research Farm "Agronomiche" of Vinnytsia National Agrarian University. It is noted that this combine combines advanced technologies and engineering solutions aimed at effective and delicate threshing of grain crops with minimal losses.*

***Keywords:** combine harvester, Case IH Axial-Flow 7250, Axial-Flow system, agricultural sector, productivity, precision farming, innovation.*

Вступ. Зернозбиральні комбайни є одним із ключових елементів сучасного аграрного виробництва. Вони поєднують у собі декілька технологічних операцій – зрізання, обмолот, очищення та збирання зерна, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці та скоротити терміни жнив [1, 2].

У діяльності будь-якого господарства, незалежно від його розмірів, комбайн відіграє стратегічну роль, адже саме оперативне та якісне збирання врожаю визначає рівень прибутковості і втрати зерна. Використання сучасних машин забезпечує зменшення втрат під час збирання, підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та збереження якості зерна.

¹³ Науковий керівник - Холодюк О.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

Метою статті є дослідження конструкційних особливостей зернозбирального комбайна Case IH Axial-Flow 7250, який активно використовується у Науково-дослідному господарстві «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету.

Вклад основного матеріалу. У 2022 році доходи від науково-дослідної діяльності НДГ «Агрономічне» ВНАУ перевищили 30 мільйонів гривень. Цей фінансово-економічний успіх, досягнутий у перший рік війни, став вагомим свідченням стійкості та ефективності українського аграрного сектору [3]. Завдяки цьому господарство у 2023 році змогло придбати трактор Case IH Puma 225 із системою автоматичного водіння та сівалку Tempo TPF 8 загальною вартістю 10 мільйонів гривень, а також новий комбайн Case IH 7250 за 14 мільйонів гривень.

Делікатний обмолот, висока продуктивність, низькі експлуатаційні витрати та простота управління – ці фактори набувають особливої ваги в умовах сьогодення, коли аграрним підприємствам доводиться обережно ставитися до витрат, приймаючи найбільш зважені та економічно обґрунтовані рішення.

Розглянемо основні конструкційні особливості та робочі режими роботи новоприданого зернозбирального комбайна Case IH Axial-Flow 7250.

Комбайн Case IH Axial-Flow 7250 – це інноваційне рішення, яке виводить процес збирання врожаю в НДГ «Агрономічне» ВНАУ на новий рівень завдяки автоматичному налаштуванню під різні культури, наявності сучасних сенсорів і інтелектуальних мережеских функцій. Його використання гарантує високу швидкість, точність і якість виконання польових робіт.

Комбайн Case IH Axial-Flow 7250 - це потужна і високотехнологічна машина, розроблена для максимально ефективного збору зернових культур (рис. 1). На полі він починає роботу з жнив, рухаючись уперед, його жатка зрізає стебла рослин, одночасно направляючи їх у обмолочувальний барабан. Обмолот відбувається завдяки одному ротору діаметром 762 мм, який розвиває високу швидкість обертання, що забезпечує дбайливе, але ефективне відокремлення зерна від колосків чи качанів [1, 4].



Рис. 1. Зернозбиральний комбайн CASE IH AXIAL-FLOW 7250

Особливість конструкції ротора Case IH полягає в тому, що він поєднує високу продуктивність із мінімальними втратами зерна. При цьому система Axial-Flow працює за принципом безперервного потоку матеріалу, що знижує навантаження на зерно і запобігає його пошкодженню. Після обмолоту зерно переходить до системи очищення. Вона складається з спеціальних сит та вентилятора Cross-Flow, які за допомогою повітряного потоку відокремлюють легкі домішки та соломку від зерна [4, 5]. Важливою перевагою є те, що вентиляційна система налаштовується автоматично і може підлаштовуватися під різні умови роботи в полі - це дозволяє підтримувати якість очищення навіть при зміні вологості чи швидкості руху. Зерно збирається у великий бункер місткістю понад 11 тисяч літрів, що дає змогу працювати довго без необхідності частих зупинок для розвантаження. Вивантаження відбувається швидко і плавно за допомогою шнекового механізму, який здатен подавати зерно зі швидкістю близько 141 літр на секунду. Це особливо важливо на великих полях, де кожна хвилина на рахунок.



Рис. 2. Система Axial-Flow зернозбиральний комбайн CASE IH 7250

Комбайн оснащений системою автоматизації AFS Harvest Command, яка слідує за показниками роботи в реальному часі – від рівня втрат зерна до параметрів оберту ротора і швидкості вентилятора. Ця система підлаштовує роботу машини під конкретні умови, роблячи процес збору більш точним і економічним. Для оператора це значно полегшує роботу, оскільки багато налаштувань відбувається автоматично, що дозволяє зосередитись на контролі процесу.

Крім того, комбайн має продуману ергономіку – кабіна просторна і комфортна, з гарною оглядовістю і сучасною системою управління. Це дозволяє оператору працювати довгі години без зайвої втоми. Комбайн легко адаптується під різні культури, будь-то пшениця, кукурудза, ячмінь або ріпак. Його жатки можуть мати різну ширину і бути спеціалізованими під певні види рослин, що підвищує універсальність машини.

Важливою характеристикою є також міцність конструкції – рама та основні вузли виготовлені з високоякісної сталі, що забезпечує довгий ресурс і надійність навіть у складних польових умовах, де нерівності, пил і вологість є

звичайною справою. Система подрібнення і розкиду соломи дозволяє ефективно використовувати залишки після збору, зберігаючи поживні речовини в ґрунті і полегшуючи підготовку поля до наступного сезону.

Отже, на полі Case IH Axial-Flow 7250 працює як високопродуктивна, автоматизована і надійна машина, яка здатна швидко, якісно із мінімальними втратами зібрати врожай навіть у складних умовах. Це результат інженерної думки і багаторічного досвіду компанії Case IH, що робить цей комбайн одним із лідерів серед машин свого класу.

Технічні характеристики комбайна Case IH Axial-Flow 7250 наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Технічні характеристики комбайна Case IH Axial-Flow 7250

Параметр	Значення
Двигун	FPT C11, 6-циліндровий, 11,1 л
Потужність	402 к.с. (до 468 к.с. з Power Boost)
Об'єм паливного бака	1125 л (плюс DEF ~165 л)
Тип обмолоту	Один ротор (Axial-Flow), діаметр 762 мм
Обертання ротора	220 – 1180 об/хв
Система очищення	Cross-Flow вентилятор, площа сит ~6,5 м²
Ємність зернового бункера	11 100 л (до 14 400 л з опцією)
Швидкість вивантаження	~141 л/с
Вага (без жатки)	~19 000 – 21 000 кг
Система автоматики	AFS Harvest Command™ (опція)

Розглянемо детальні конструкційні характеристики та робочі режими роботи зернозбирального комбайна Case IH Axial-Flow 7250:

1. Діапазон обертів ротора. Ротор працює в широкому діапазоні обертів — від близько 220 об/хв до 1180 об/хв. Це дає можливість адаптувати пристрій до різних типів культур та рівнів вологості, мінімізуючи втрати зерна чи його пошкодження.

2. Регульованість сит та передсіток. Система очищення оснащена регульованими ситами, передсіткою і механізмом зміни кута нахилу. Це важливо для роботи на нерівній поверхні або в умовах високого потоку соломи чи домішок.

3. Автоматизація параметрів і використання сенсорів. Машина обладнана численними датчиками: положення сит, швидкості вентилятора, навантаження двигуна, нахилу тощо. Завдяки цьому автоматизовані системи, як—от Harvest Command, можуть адаптувати параметри роботи, регулюючи оберти ротора, положення сит і інші налаштування відповідно до умов.

4. Система самовирівнювання. При русі по схилах чи ухилах самовирівнювальна система утримує горизонтальне положення поверхонь очищення. Це запобігає неефективному очищенню і втратам врожаю. Максимальний кут компенсації нахилу становить близько 12,1 % [4, 7].

5. Розташування ротора і обгортка захвату. Ротор і модулі сепарації забезпечують охоплення приблизно 180° для відділення зерна та стільки ж для

сепараційних модулів. Така конструкція гарантує достатній контакт робочих елементів із матеріалом для надійного процесу переробки врожаю.

6. Опції жатки, коліс та гусениць. Машина передбачає використання різних варіантів коліс, а також опціональні гумові гусениці шириною 30 або 36 дюймів. Це дозволяє зменшити тиск на ґрунт, особливо на вологих полях чи в умовах, де важливо уникнути ущільнення землі.

7. Регулювання швидкості вентилятора. Cross-Flow вентилятор забезпечує швидкість від 300 до 1150 об/хв. Цей показник визначає ефективність потоку повітря для очищення та видалення домішок [6].

8. Система вивантаження зерна. Рішення для вивантаження зерна характеризується: – **Швидкість**: близько 4 бушелі/сек (≈ 141 л/с), що гарантує оперативне вивантаження з мінімізацією часу простою. – **Довжина шнека**: базова довжина становить близько 8,8 м (28 футів 9 дюймів) від центра машини, з можливістю подовження [6].

Висока ефективність – комбінація великого ротора, місткого бункера і швидкої системи вивантаження забезпечує більше часу для роботи і мінімізує простої. Універсальність для різних культур і умов – можливість налаштувати ротор, сита, вентилятор і нахили дозволяє працювати з кукурудзою, зерновими, бобовими культурами, навіть за умов підвищеної вологості. Збереження якості зерна – завдяки контролю робочих параметрів, вдосконаленій вентиляції та автоматичному регулюванню зводяться до мінімуму втрати продукції та пошкодження зерна. Зручність для оператора та скорочення простоїв – автоматизація, сенсори і керування з кабіни сприяють оперативному налаштуванню техніки в процесі роботи, що зменшує необхідність ручного втручання оператора. Зниження витрат у довгостроковій перспективі – можливість оснащення гусеницями чи широкими колесами запобігає ущільненню ґрунту, що позитивно впливає на його продуктивність у майбутньому.

Значна вага та розміри – використання може бути обмежене в умовах вузьких проходів, невеликих полів, легких мостів чи ускладнених доріг для транспортування. Висока стартова вартість та великі експлуатаційні витрати – дорога заміна деталей, необхідність у кваліфікованому сервісі, витрати на мастила, фільтри й обслуговування автоматики. Складність автоматизованої системи – потребує навчання операторів для ефективного використання всіх функцій. У разі відсутності таких знань машина не зможе повністю реалізувати свої можливості. Витрати на паливо – при максимальному навантаженні споживання пального може бути високим, що потребує значних обсягів палива і відповідного підходу до планування витрат. Економічна не вигідність для невеликих господарств – висока інвестиція є доцільною лише для великих площ або за умов інтенсивного використання техніки.

Розширення та вдосконалення машинно-тракторного парку НДГ «Агрономічне» ВНАУ відіграє важливу роль у практичному навчанні студентів університету. Вони мають змогу використати теоретичні знання при виконанні практичних робіт, ознайомитись із технологіями та засобами механізації

виробничих процесів у рослинництві, набуті практичні навички раціональної організації використання, технічного обслуговування і ремонту МТП, освоєння передових методів роботи, розвиток творчої ініціативи у вирішенні інженерно-технічних завдань і інше.

Висновок. Комбайн Case IH Axial–Flow 7250 об'єднує передові технології та інженерні рішення, спрямовані на ефективний і делікатний обмолот зернових культур із мінімальними втратами. Автоматизована система Harvest Command дозволяє техніці самостійно адаптуватися до змін польових умов, що забезпечує стабільну роботу та знижує потребу в ручному налаштуванні. Просторий бункер, висока швидкість вивантаження та можливість розвантаження під час руху мінімізують простої й підвищують загальну продуктивність. Конструкція комбайна спроектована з урахуванням потреб великих господарств, які працюють в умовах високої інтенсивності. Машина відзначається надійністю, зручністю в експлуатації та легкістю обслуговування. Завдяки гармонійному поєднанню технологічності, автоматизації та продуктивності, Case IH Axial–Flow 7250 є оптимальним рішенням для сучасного агробізнесу.

Список використаної літератури

1. Макаренко М., Мельник О. Комбайни зернозбиральні : навч. посібн. для здобувач. Проф. (проф-тех.) освіти. Київ: Грамота, 2023. 256 с.
2. Кравчук В. І., Мельника Ю. Ф. Машина для збирання зернових та технічних культур. Дослідницьке: УкрНДПІВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 296 с.
3. Презентація машинно-тракторного парку НДГ «Агрономічне» ВНАУ. URL: <https://vsau.org/novini/novini-vnau/prezentacziya-mashinno-traktornogo-parku-ndg-%C2%ABagronomichne%C2%BB-vnau> (дата звернення 15.09.2025 р.).
4. Кузенко Д. В., Вантух З. З , Крупич О. М., Кузенко Л. М. Самохідні зернозбиральні комбайни. Навчальний посібник для підготовки трактористів-машиністів с/в категорії В1. Львів: «Новий світ – 2000», 2020. 239 с.
5. Система точного землеробства / Л.В, Анісскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко К.: НУБіП України, 2018. 566 с.
6. Офіційний сайт CASE. URL: <https://www.caseih.com/uk-ua/ukraine/products/harvesting> (дата звернення 15.09.2025 р.).

Артем ЗЕДНІК¹⁴,
магістрант 1-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ПІДЛАПОВОГО ПРОСТОРУ ПРИ ВНЕСЕННІ ТУКІВ

Анотація. У статті розглянуто геометричні параметри стрільчастої культиваторної лапи та їх вплив на формування підлапового простору під час міжрядного обробітку ґрунту. Визначено основні характеристики лапи: ширину захвату, ширину крила, кут нахилу крила до дна борозни та кут у горизонтальній площині між лезом крила та напрямком руху. Робоча поверхня лапи моделюється як система тригранних клинів, дія яких на ґрунт порівнюється з дією двогранного клина із врахуванням відхилення траєкторії частинок ґрунту від нормалі. Запропоновано методику визначення параметрів підлапового простору: висоти підйому ґрунту крилом лапи, висоти польоту ґрунту після сходження з крила, максимальної повної висоти, довжини під лапою та довжини польоту ґрунту. На прикладі серійної культиваторної лапи проведено розрахунок та графічне представлення залежності висоти підлапового простору та довжини польоту ґрунту від швидкості руху лапи. Результати показують, що при рекомендованих робочих швидкостях максимальна висота підлапового простору становить 0,031–0,036 м, а довжина польоту ґрунту – 0,17–0,26 м, що дозволяє оптимізувати розташування відбивача для рівномірного внесення мінеральних добрив без необхідності збільшення ширини крил лапи.

Ключові слова: стрільчата культиваторна лапа, підлаповий простір, траєкторія руху ґрунту, ширина крила лапи, швидкість руху робочого органу, механіка ґрунту, внесення мінеральних добрив.

Annotation. The article considers the geometric parameters of the arrow-shaped cultivator paw and their influence on the formation of the under-paw space during inter-row tillage. The main characteristics of the paw are determined: the width of the grip, the width of the wing, the angle of inclination of the wing to the bottom of the furrow, and the angle in the horizontal plane between the wing blade and the direction of movement. The working surface of the paw is modeled as a system of trihedral wedges, the effect of which on the soil is compared with the effect of a two-sided wedge, taking into account the deviation of the trajectory of soil particles from the normal. A method is proposed for determining the parameters of the under-paw space: the height of the soil lift by the paw wing, the height of the soil flight after descending from the wing, the maximum total height, the length under the paw, and the length of the soil

¹⁴ Науковий керівник – Руткевич В.С., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

flight. Using the example of a serial cultivator paw, the calculation and graphical representation of the dependence of the height of the under-paw space and the length of the soil flight on the speed of the paw movement are carried out. The results show that at the recommended operating speeds, the maximum height of the under-foot space is 0.031–0.036 m, and the length of the soil flight is 0.17–0.26 m, which allows optimizing the location of the reflector for uniform application of mineral fertilizers without the need to increase the width of the paw wings.

Keywords: *arrow-shaped cultivator paw, under-foot space, soil movement trajectory, paw wing width, working body movement speed, soil mechanics, application of mineral fertilizers.*

Вступ. Сучасне землеробство потребує підвищення ефективності міжрядного обробітку ґрунту та одночасного забезпечення оптимальних умов для висіву насіння і внесення мінеральних добрив [1]. Одним із ключових елементів технології є стрільчаста культиваторна лапа, яка забезпечує розпушування ґрунту та формування підлапового простору. Геометричні параметри лапи – ширина захвату, ширина крила, кут нахилу крила та кут у горизонтальній площині – визначають характер переміщення ґрунту, висоту підйому та довжину польоту скиби, що впливає на ефективність посіву та внесення добрив.

Робоча поверхня лапи складається із тригранних клинів, дія яких на ґрунт можна моделювати за допомогою аналога двогранного клина з урахуванням відхилення траєкторії частинок ґрунту. Це дозволяє математично описати параметри підлапового простору, такі як висота підйому ґрунту крилом лапи, висота польоту ґрунту, довжина під лапою та максимальна висота траєкторії. Аналіз цих параметрів є важливим для оптимізації конструкції лапи та визначення положення відбивача при внесенні мінеральних добрив, що забезпечує рівномірність їх розподілу.

Метою дослідження є визначення закономірностей формування підлапового простору при роботі стрільчастої культиваторної лапи та оцінка впливу геометричних параметрів і швидкості руху робочого органу на висоту та довжину польоту ґрунту.

Виклад основного матеріалу. Основними геометричними параметрами стрільчастої культиваторної лапи є ширина захвату b , ширина крила l , кут між площиною крила та дном борозни β та кут у горизонтальній площині між лезом крила та напрямком руху γ (рис.1). У більшості конструкцій лап ширина крила по всій його довжині не однакова. У основі вона більша l_1 , а на вільному кінці – менша l_2 .

Як правило має місце співвідношення $l_2 = \frac{3}{4}l_1$. В технічних характеристиках лап за ширину крила приймають середнє її значення $l = (l_1 + l_2) / 2$.

Робоча поверхня стрілкової лапи складається із окремих тригранних клинів. Тому можна вважати, що дія лапи на ґрунт зводиться до дії тригранних клинів.

Дослідженнями доведено, що дію на ґрунт тригранного клина можна порівняти з дією двогранного клина з додатковим переміщенням вздовж леза [1, 2].

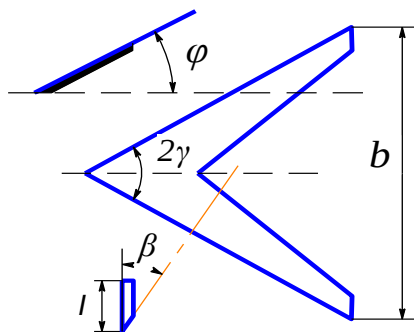


Рис. 1. Геометричні параметри стрілкової культиваторної лапи

У результаті переміщення в ґрунті двогранного клина із точки O в точку A (рис. 2) частинка ґрунту, яка знаходиться в точці O , переміститься в точку O' .

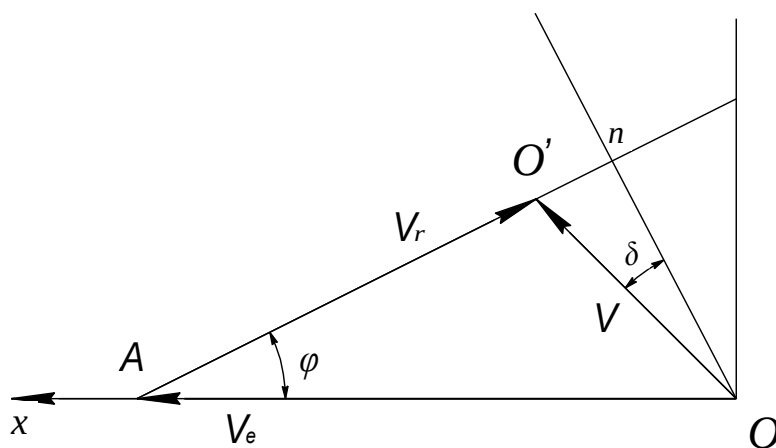


Рис. 2. Схема до визначення абсолютної швидкості скиби при дії двогранного клина

Напрямок абсолютного переміщення частинки OO' у загальному випадку буде відхилений від нормалі On на кут δ . Величина цього кута залежить від властивостей ґрунту стискуватися. Якщо ґрунт зовсім не стискується – $\delta_1 = -\frac{\varphi}{2}$ (якщо за позитивне вважають відхилення в бік леза). У випадку коли ґрунт легко стискується, величина δ може сягати величини кута тертя ґрунту по поверхні клина.

За даними [3] для середніх умов кут δ доцільно приймати рівним $+6^\circ$. Відрізки (рис. 2) AO , OA' та OO' пропорційні швидкості клина відносній швидкості частинки ґрунту v_r та абсолютній швидкості частини ґрунту v відповідно. Швидкість переміщення клина v_e приймають заданою, а відносну визначають за формулою [4, 5]:

$$v_r = v_e \cdot \frac{\cos(\varphi + \delta_1)}{\cos \delta_1} \quad (1)$$

В процесі руху лапового сошника із швидкістю v_2 ґрунт, що зходить з крила лапи, певний час знаходиться в стані польоту, що забезпечує утворення вільного простору, в якому відбувається політ насіння. Цей вільний простір будемо називати підлаповим. Параметрами підлапового простору приймаємо (рис. 3):

- висота підйому ґрунту крилом лапи z_1 ;
- висота польоту ґрунту після сходження з крила лапи z_2 ;
- найбільша повна висота z_3 ;
- проекція ширини лапи на дно борозни L_1 ;
- відстань польоту ґрунту після сходження з крила лапи L_2 ;
- відстань польоту ґрунту в зоні, вищою від z_1 - L_3
- повна довжина підлапового простору L_4 ;

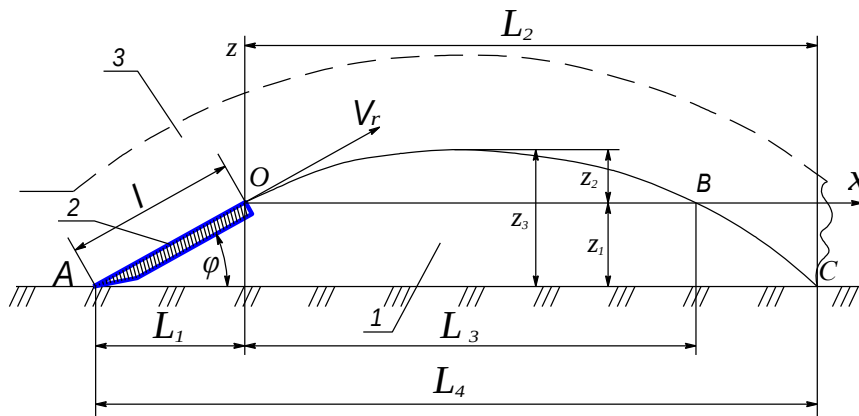


Рис. 3. Основні параметри підлапового простору:
1 – підлаповий простір; 2 – крило лапи; 3 – скиба ґрунту

Для спрощення визначення параметрів представимо процес таким, що лапа нерухома, а ґрунт, який умовно назовемо скибою, рухається із швидкістю v_r . При цьому зробимо такі припущення:

- маса ґрунту (скиби) має такі закономірності руху як окрема частинка;
- заміна напрямку руху ґрунту по поверхні крила лапи з нормального до леза на відхилений від нормального не впливає істотно на закономірності руху.

За таких умов ґрунт рухається по площині крила лапи в площині, що співпадає з напрямком руху робочого органу, а його швидкість відповідає відносній швидкості v_r (рис. 3), величина якої визначається формулою (2) за умови $-\beta = \varphi$, тобто:

$$v_r = v_e \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos \delta}, \quad (2)$$

де φ визначається за формулою:

$$\varphi = \arctg(\tg \beta \cdot \sin \gamma) \quad (3)$$

Після сходження ґрунту з крила лапи параметри траєкторії його польоту визначаються такими ж формулами, які обґрунтовано для польоту мінерального добрива при відбиванні. При цьому $v_2 = v_r$; $\beta_0 = \varphi$.

Визначимо зазначені параметри. Висота підйому ґрунту крилом лапи z_1 буде визначатись:

$$z_1 = l \cdot \sin \beta. \quad (4)$$

Вираз для визначення висоти польоту ґрунту після сходження з крила лапи матиме вигляд:

$$z_2 = \frac{v_2^2 \sin^2 \varphi}{2g}. \quad (5)$$

Найбільша повна висота підйому ґрунту z_3 відповідно до рис. 4 визначиться як:

$$z_3 = z_1 + z_2 = l \sin \beta + \frac{v_2^2 \sin^2 \varphi}{2g}, \quad (6)$$

а довжина простоту під крилом лапи L_1 :

$$L_1 = l \frac{\cos \varphi}{\sin \gamma} \quad (7)$$

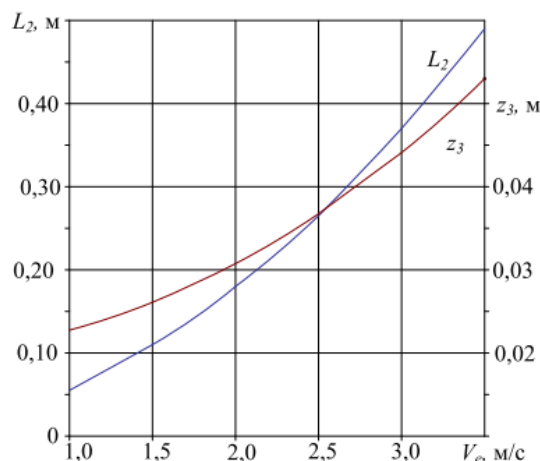


Рис. 4. Залежність параметрів підлапового простору від швидкості руху лапового сошника v_e

Відповідно після заміни $v_2 = v_r$; $\beta_0 = \varphi$; $H_1 = l \sin \beta$ отримаємо:

$$L_2 = \frac{v_r^2 \sin \varphi \cos \varphi + v_r \cos \varphi \sqrt{v_r^2 \sin^2 \varphi + 2gl \sin \varphi}}{g} \quad (8)$$

Відстань польоту ґрунту в зоні вище z_1 отримаємо з рівняння (8) за умови $2gl \sin \varphi = 0$.

Тоді:

$$L_3 = \frac{2v_r^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g}. \quad (9)$$

Загальна довжина підлапового простору визначається за рівнянням:

$$L_4 = L_1 + L_2. \quad (10)$$

Для серійної культиваторної лапи шириною захвату 0,33 м ($\beta=28^\circ$; $\gamma=32,5^\circ$; $l_1=0,054$ м; $l_2=0,031$ м; ($l=0,0423$ м); $\varphi=16^\circ$) розраховані графічні залежності величини z_3 та L_2 від швидкості руху робочого органу v_e представлені на рис.4.

З рис. 4 бачимо що при роботі на рекомендованих робочих швидкостях [5] $v_e=2,0-2,5$ м/с (7,2-9 км/год) максимальна висота підлапового простору z_3 становить 0,031...0,036 м, а довжина L_2 – 0,17...0,26 м.

Розрахункова висота траєкторії польоту мінерального добрива знаходиться в межах 0,022-0,023 м, тобто є меншою. Це означає, що немає необхідності нарощувати ширину крил лапи для збільшення висоти підлапового простору. Величина довжини підлапового простору необхідна при обґрунтуванні координат точки удару відбивача. Вони повинні бути такими, щоб забезпечити траєкторію польоту мінерального добрива в середині довжини підлапового простору.

Висновок. Досліджено вплив геометричних параметрів стрільчастої культиваторної лапи на формування підлапового простору. Встановлено, що при рекомендованих робочих швидкостях (2,0–2,5 м/с) максимальна висота підлапового простору становить 0,031–0,036 м, а довжина польоту ґрунту – 0,17–0,26 м. Розрахунки показали, що немає необхідності збільшувати ширину крил лапи для підвищення висоти підлапового простору. Отримані результати дозволяють оптимально визначити положення відбивача для рівномірного внесення мінеральних добрив та ефективного формування підлапового простору.

Список використаної літератури.

1. Іванюта М.В. Моделювання потокової адаптивної системи керування обробітком ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 2 (121). С. 97–105.
2. Веселовська Н.Р., Бурлака С.А. Методи та прийому комбінування робочих органів комплексних ґрунтообробних машин. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія Технічні науки*. 2023. №1 (317). С. 42–47.
3. Труханська О.О. Дослідження впливу конструктивних параметрів робочого органу ґрунтообробної машини на енергомісткість та якість обробітку ґрунту *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 1 (108). С. 104–109.
4. Руткевич В., Остапенко В., Кажуро М. Теоретичне дослідження умов роботи дозуючих робочих органів посівного комплексу для диференційованого внесення добрив. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки*. 2024. № 4 (339). С. 91–96.
5. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

Андрій НАСОБКОВ¹⁵,
студент 5-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

МОДЕРНІЗАЦІЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ СІВАЛКИ ДЛЯ ПРЯМОГО ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

***Анотація.** У статті розглянуто проблеми традиційних методів посіву зернових культур та запропоновано модернізацію селекційної сівалки на базі моделі СЗ-3,6 для реалізації технології прямого посіву в необроблений ґрунт зі стерневим фоном. Модернізація включає встановлення щілиноріза з рифленим дисковим ножом хвиленподібної форми та прикочувальних коліс, що забезпечує стабільну глибину загортання насіння, очищення від рослинних решток та одночасне внесення мінеральних добрив. Досліджено переваги запропонованої конструкції, зокрема зменшення витрат палива, робочого часу, механічного ущільнення ґрунту та ризику ерозії. Запропонована сівалка адаптована для використання в передгірських районах України та сприяє екологічно сталому землеробству.*

***Ключові слова:** селекційна сівалка, прямий посів, щілиноріз, стерневий фон, зернові культури, ґрунтозахисні технології.*

***Annotation.** The article considers the problems of traditional methods of sowing grain crops and proposes the modernization of a selective seeder based on the SZ-3.6 model for the implementation of direct sowing technology in uncultivated soil with a stubble background. The modernization includes the installation of a slot cutter with a corrugated disc knife of a wave-shaped shape and rolling wheels, which ensures a stable depth of seed wrapping, cleaning from plant residues and simultaneous application of mineral fertilizers. The advantages of the proposed design are investigated, in particular, reducing fuel consumption, working time, mechanical soil compaction and the risk of erosion. The proposed seeder is adapted for use in the foothills of Ukraine and contributes to environmentally sustainable agriculture.*

***Keywords:** selective seeder, direct sowing, slot cutter, stubble background, grain crops, soil protection technologies.*

Вступ. Культивування злакових культур, зокрема пшениці, кукурудзи та ячменю, формує фундамент аграрної галузі України, охоплюючи більш ніж 60% площі орних земель. Традиційні технології, що включають глибокий обробіток ґрунту, призводять до значних втрат: ерозії ґрунту на рівні 20-30 млн тонн щорічно, ущільнення структури та зниження родючості. За даними FAO, в Україні понад 32% земель страждають від деградації, що знижує врожайність на

¹⁵Науковий керівник – Бабин Ігор Анаторійович к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

15-25% і збільшує витрати на відновлення. Технологія прямого посіву (no-till або direct seeding) дозволяє висівати насіння безпосередньо в стерневий фон без механічного обробітку, зберігаючи рослинні рештки (не менше 30%) для захисту від ерозії, утримання вологи та покращення біологічної активності ґрунту [1].

У контексті України, де війна та кліматичні зміни посилюють виклики, no-till стає стратегічним напрямком. Наприклад, фермери в східних регіонах повідомляють про труднощі з паливом та технікою, де прямий посів зменшує кількість проходів агрегатів з 5-7 до 1-2 [2].

Метою дослідження є модернізація селекційної сівалки для ефективного прямого посіву, з фокусом на зменшення собівартості (на 10 - 20%) та підвищення екологічної стійкості. Завдання: аналіз недоліків аналогів, розробка нової конструкції, теоретична оцінка параметрів та порівняльний аналіз переваг на основі літератури та розрахунків.

Виклад основного матеріалу. Відома селекційна сівалка СН-16ПМ, призначена для посіву зернових культур на стерневому фоні без попереднього обробітку ґрунту, обладнана рамою зі змінною шириною колії, до якої прикріплені сошники з гофрованими насіннепроводами та бункери для насіння й добрив. Основним обмеженням цієї конструкції є недостатня глибина загортання насіння дводисковими сошниками на стерні, що складається із залишків пшениці, кукурудзи, соняшнику або інших кормових культур. Сошники схильні до забивання рослинними рештками або ковзання по поверхні ґрунту. При вазі сівалки 450 кг зусилля на кожен сошник становить приблизно 0,35 кН (350 Н), тоді як для забезпечення глибини загортання 6 см за твердості ґрунту 50 Н/см² необхідне зусилля 17 кН. Для досягнення потрібної глибини загортання необхідна попередня підготовка технологічної щілини, що забезпечується встановленням ріжучого ножа перед дводисковим сошником.

Також існує причіпна сівалка-культиватор СЗС-2,1 (Рис.1) для посіву зернових на стерневому фоні. Її сошник виконано у вигляді плоскоріжучої лапи та стійки, з'єднаної з насіннепровідною трубкою. Одношарова система кріплення сошника до рами полегшує очищення від рослинних решток, але не забезпечує стабільної глибини загортання насіння [3].

Найближчим аналогом за технологічним процесом є серійна зернова сівалка СЗ-3,6, конструкція якої включає раму, що підтримується двома опорно-привідними пневматичними колесами, з розміщеним на ній зернотуковим бункером. У передній частині рами до брусів прикріплено сницю з причепом і підставкою. Ця сівалка призначена для висіву зернових культур на попередньо підготовленому ґрунті [4].

Метою модернізації сівалки є удосконалення її конструкції шляхом інтеграції щілиноріза та прикочувальних коліс, установлених на єдиній рамі, що забезпечує можливість прямого посіву зернових культур без попереднього основного та передпосівного обробітку ґрунту. Це дозволяє одночасно вносити мінеральні добрива та заробляти рядки за допомогою прикочувальних коліс.



Рис. 1. Сівалка-культиватор зернова стерньова CZC-2,1

Основним завданням модернізації є підвищення ефективності технології вирощування зернових культур, зниження собівартості виробництва зерна, запобігання механічному ущільненню ґрунту, а також зменшення впливу вітрової та водної ерозії на полях. Завдяки цьому досягається висока економічна ефективність за рахунок скорочення витрат палива та оптимізації робочого часу.



Рис. 2. Зернова сівалка CZ-3,6.

Поставлена мета реалізується через модернізацію сівалки відомої конструкції (рис. 3). Рама сівалки спирається на два опорно-привідні пневматичні колеса, а зверху на ній розташовано зерно-туковий бункер. У передній частині рами до брусів прикріплено сницю з причепом і підставкою. Щілинорізи, які складаються з рифленого дискового ножа хвилеподібної форми, важеля та осі, приєднані до сівалки за допомогою важелів (поз. 10). Щілиноріз, розташований у передній частині сівалки, розрізає ґрунт і рослинні рештки, формуючи технологічну щілину для посіву.

Ключові особливості модернізації спрямовані на забезпечення ефективної роботи сівалки прямого посіву в умовах передгірських районів, протидію водній ерозії, зниження витрат палива та оптимізацію трудовитрат. Суть запропонованої

модернізації ілюструється схемою сівалки, представленою на відповідному кресленні (Рис.3) [5,6].

Конструкція сівалки включає раму (1), що спирається на два опорно-привідні пневматичні колеса (2). На рамі (1) розміщено зернотуковий бункер (3). У передній ділянці до брусів рами (1) фіксується сниця з причепом і підставкою (11). Щілинорізи інтегровано до агрегату за допомогою важелів (10). До рами (1) прикріплено підніжку (4) з захисним огородженням та прикочувальні колеса (5). У центральній зоні сівалки, у двох рядах, розташовані насіннепроводи (6) та сошники (7). Щілиноріз формується з робочих елементів, установлених на осі (8), зокрема рифленого дискового ножа (9) та важеля (10).

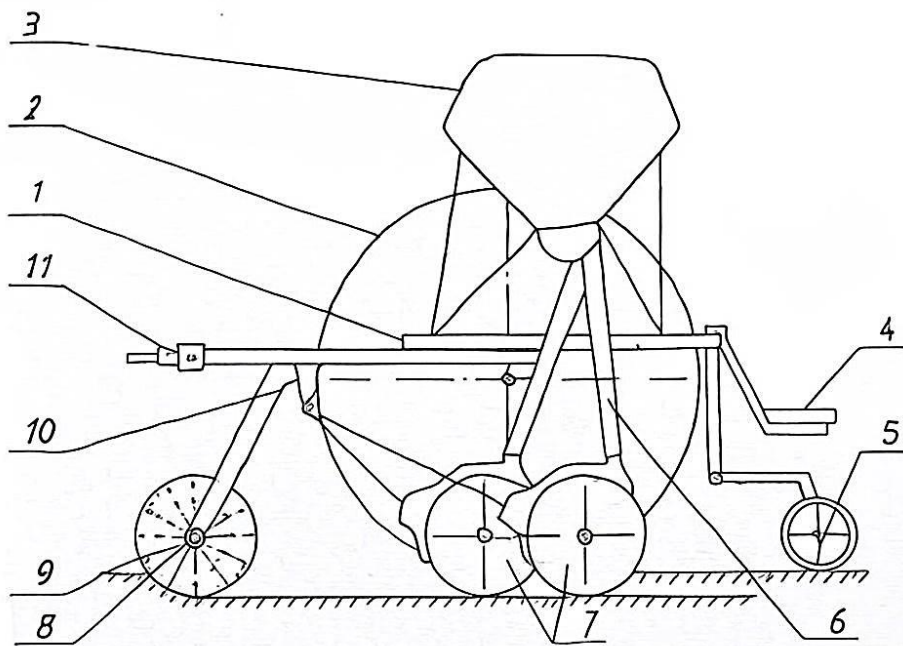


Рис. 3. Конструктивна схема сівалки прямого посіву зернових культур.

На рисунку 4 зображено рифлений дисковий ніж хвилеподібної форми, призначений для формування технологічної щілини в ґрунті. Ніж має 12 рифів, розташованих з інтервалом 30° .

Принцип роботи сівалки полягає в наступному. Під час руху сівалки з опущеними робочими органами рифлені дискові ножі (9) розрізають ґрунт, формуючи технологічну щілину. Сошники (7) розміщують насіння на дні щілини, а прикочувальні колеса (5) забезпечують заробку рядків. Таким чином, технологія прямого посіву зернових культур реалізується на необробленому ґрунті з вмістом рослинних решток не менше 30% за один прохід агрегату, із одночасним внесенням мінеральних добрив. Це сприяє зниженню витрат палива та часу, мінімізує механічне ущільнення ґрунту та запобігає водній ерозії на полях із крутими схилами.

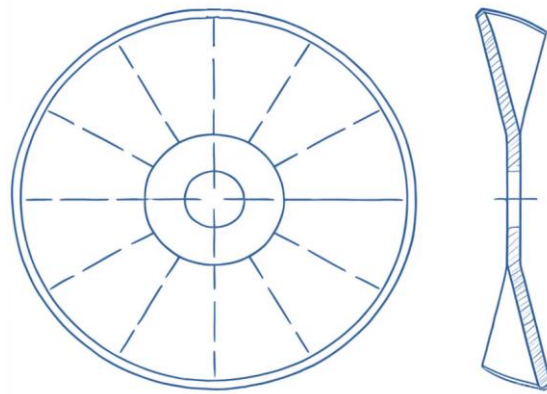


Рис. 4 Загальний вигляд рифленого дискового ножа у фронтальній площині.

Технологія прямого посіву зернових культур може застосовуватися в умовах підвищеної вологості ґрунту. Зменшення викидів відпрацьованих газів сприяє покращенню екологічного стану довкілля. Конструктивне з'єднання щілиноріза з рамою за допомогою важеля забезпечує адаптацію до мікрорельєфу поля. Запропонована конструкція сівалки для прямого посіву на необробленому ґрунті оптимізує технологію вирощування зернових культур, зменшуючи кількість технологічних операцій і потребу в персоналі. Сівалка універсальна: вона придатна як для прямого посіву, так і для традиційного висіву зернових, а також для використання в ґрунтозахисних технологіях, спрямованих на запобігання водній і вітровій ерозії. Її застосування можливе в усіх природно-кліматичних зонах України.

Модернізація базується на конструкції сівалки СЗ-3,6, доповненої щілинорізом і прикочувальними колесами, установленими на єдиній рамі. Це забезпечує прямий посів без основного обробітку ґрунту, з одночасним внесенням мінеральних добрив і заробкою рядків. Адаптація до мікрорельєфу досягається завдяки важільному з'єднанню щілиноріза, що дозволяє ефективно працювати на схилах і запобігати ерозії. Завдяки щілинорізу зусилля на сошник зростає до 1–2 кН, що забезпечує глибину загортання насіння 4–6 см навіть за вологості ґрунту 20–25%.

Висновок. Запропонована конструкція сівалки прямого посіву в необроблений ґрунт є ефективною як у технологічному, так і в екологічному аспектах. Виконання сівби за один прохід агрегату з одночасним внесенням мінеральних добрив забезпечує значне скорочення витрат палива та робочого часу, що підвищує економічну доцільність використання машини. Зменшення кількості механічних операцій сприяє збереженню структури ґрунту, мінімізації його ущільнення та виключенню ризиків водної ерозії на схилах. Важливою перевагою є можливість проведення посіву за підвищеної вологості ґрунту, що розширює виробничі можливості у різних природно-кліматичних умовах.

Завдяки використанню щілиноріза з важільним з'єднанням, забезпечується адаптація робочих органів до мікрорельєфу поля, що підвищує якість і точність висіву. Сівалка прямого посіву є універсальною та може застосовуватися як для

традиційного висіву зернових культур, так і для прямого посіву у стерньовий фон, включно з ґрунтозахисними технологіями протидії водній та вітровій ерозії.

Запропонована модернізація сівалки забезпечує ефективний прямий посів, підвищуючи економічну та екологічну ефективність. Вона сприяє збереженню ґрунту, зменшенню витрат та адаптації до змін клімату, роблячи її перспективною для українського агровиробництва.

Список використаної літератури.

1. Бондаренко І.І., Петренко П.П. Технологія прямого посіву зернових культур у стерньовий фон. *Журнал "Агроінновації"*. 2020. № 3. С. 45 - 53.
2. Коваленко С.О., Шевчук В.М. Машини та знаряддя для мінімального обробітку ґрунту. Київ: Аграрна наука, 2018. 256 с.
3. Литвиненко Ю.В. Енергоефективність сільськогосподарської техніки: методика оцінки та шляхи підвищення. *Технічний збірник НУБіП України*. 2019. Вип. 4. С. 112 - 120.
4. Мартинов І., Гнатюк О., Савченко Л. Вплив стерні та пожнивних залишків на структуру ґрунту та врожайність зернових культур. *Агрохімія та ґрунтознавство*. 2021. Т. 15, № 2. С. 78 - 89.
5. Сидоренко В.О., Романюк Н.П. Системи зрошення прямого посіву та їх значення в боротьбі з ерозією ґрунтів. *Збірник наукових праць "Захист ґрунту та водних ресурсів"*. 2017. Вип. 8. С. 23 - 31.
6. Yamamoto, Y., & Smith, J. Precision seed placement in no-till systems: effects on seed-to-soil contact and crop emergence. *Soil & Tillage Research*. 2015. Vol. 150. P. 100 - 110.
7. Blanco H. Lal R. Principles of soil conservation and management of soil organic matter in crop production systems. *International Journal of Soil and Water Conservation*. 2014. Vol. 2, № 1. P. 1 - 16.

Денис ШУГАЙЛО¹⁶,

студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ЗЕРНОСУШАРКИ: СУЧАСНІ РІШЕННЯ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ В УМОВАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»

Анотація. У статті розглянуто сучасні типи зерносушарок і технологічні рішення, що застосовуються в аграрному секторі на прикладі НДГ

¹⁶Науковий керівник - Дацюк Д.А., старший викладач кафедри Інженерної механіки та технологічних процесів в АПК.

«Агрономічне». Проаналізовано ефективність різних систем сушіння зерна, їх енергоощадність, екологічність та вплив на якість продукції.

Ключові слова: зерносушарки, сушіння зерна, енергоефективність, агротехнології, НДГ «Агрономічне».

Annotation. The article discusses modern types of grain dryers and technological solutions used in the agricultural sector, using the example of the Agronomichne Agricultural Production Cooperative. The effectiveness of various grain drying systems, their energy efficiency, environmental friendliness, and impact on product quality are analyzed.

Key words: grain dryers, grain drying, energy efficiency, agricultural technologies, Agronomichne Research and Development Center.

Вступ. Зерносушіння є одним із ключових етапів післязбиральної обробки врожаю, що безпосередньо впливає на якість, збереження та рентабельність зернової продукції. Належне сушіння дозволяє знизити вологість зерна до оптимального рівня, запобігти розвитку мікрофлори, зменшити втрати під час зберігання та транспортування. У сучасних умовах, коли аграрний сектор стикається з викликами енергетичної ефективності, екологічної безпеки та економічної доцільності, особливої актуальності набуває впровадження інноваційних технологій сушіння. Сучасні зерносушарки вирізняються високим рівнем автоматизації, точним контролем температурного режиму, можливістю регулювання швидкості сушіння залежно від типу зерна та його початкової вологості. Використання сенсорних систем, програмованих логічних контролерів (PLC) та енергоощадних теплообмінників дозволяє значно зменшити витрати пального, підвищити рівномірність обробки та зберегти фізико-хімічні властивості зерна. Зокрема, сушіння кукурудзи, яка є чутливою до перегріву, потребує особливо точного підходу – надмірна температура може призвести до розтріскування зернин і втрати їхньої товарної якості.

Метою цієї статті є висвітлення ролі сучасних зерносушарок у підвищенні ефективності аграрного виробництва, розвитку освітньо-наукової бази та зміцненні конкурентоспроможності НДГ «Агрономічне».

Виклад основного матеріалу. Сучасне аграрне виробництво неможливо уявити без ефективної післязбиральної обробки врожаю, і зерносушіння відіграє в цьому процесі одну з ключових ролей. Від якості сушіння залежить не лише збереження зерна, а й його товарна цінність, придатність до тривалого зберігання та подальшої переробки. У зв'язку з цим вибір типу зерносушарки стає стратегічним рішенням для кожного господарства, адже саме від нього залежить продуктивність, енергоефективність і економічна доцільність усієї технологічної лінії.

Серед найпоширеніших конструкцій зерносушарок сьогодні виділяють шахтні, колонкові та модульні моделі. Шахтні зерносушарки вважаються одними з найефективніших і технологічно досконалих. Вони забезпечують рівномірне сушіння завдяки змішаному потоку гарячого і холодного повітря, мають низький

рівень шуму, мінімальні викиди пилу та можливість встановлення систем рекуперації тепла. Такі сушарки ідеально підходять для великих елеваторів і господарств із високими обсягами зерна, адже їхня продуктивність може сягати понад 100 тонн на годину. Хоча вартість шахтних сушарок є вищою, вона швидко окупається завдяки економії пального та високій ефективності.

Колонкові зерносушарки, які часто використовуються в середніх господарствах, мають вертикальну конструкцію з кількома рівнями сушіння. Вони забезпечують добру якість обробки, хоча поступаються шахтним у гнучкості налаштувань і енергоощадності. Їхня перевага – компактність і простота монтажу, що робить їх зручними для господарств із обмеженим простором або потребою в мобільному обладнанні [1].

Варто зазначити, що модульні зерносушарки – це варіант для невеликих фермерських господарств, які потребують базового рівня сушіння без значних капіталовкладень. Вони мають просту конструкцію, нижчу ціну та швидкий монтаж, але водночас характеризуються меншою продуктивністю, складністю обслуговування та обмеженою енергоефективністю. Таке обладнання може бути доцільним у регіонах із невеликими обсягами врожаю або як тимчасове рішення.

Вибір типу зерносушарки залежить насамперед від обсягів виробництва, доступних ресурсів, специфіки вирощуваних культур та довгострокових планів господарства. Великі агропідприємства орієнтуються на високопродуктивні шахтні установки, середні – на колонкові, а малі фермерські господарства – на модульні конструкції. Важливо також враховувати можливість модернізації, адаптації до альтернативних видів палива та інтеграції з цифровими системами управління.

Загалом, сучасні зерносушарки – це не просто технічне обладнання, а інструмент стратегічного управління якістю продукції, витратами та екологічною відповідальністю. Їхній правильний вибір здатен суттєво підвищити ефективність аграрного виробництва, забезпечити стабільність у зберіганні врожаю та зміцнити позиції господарства на ринку.

У сучасному аграрному виробництві, де кожна тонна врожаю має стратегічне значення, питання енергоефективності стає не просто технічним, а економічно й екологічно критичним. Зерносушарки, як один із найбільш енергомістких елементів післязбиральної інфраструктури, потребують особливої уваги в контексті оптимізації витрат і переходу на альтернативні джерела енергії. Навчально-дослідне господарство «Агрономічне», як платформа для впровадження інновацій, має всі передумови для реалізації сучасних рішень у сфері сушіння зерна, орієнтованих на сталий розвиток.

Традиційне використання природного газу залишається поширеним через його стабільну теплотворність і зручність транспортування. Проте зростання цін на енергоносії та геополітична нестабільність змушують аграріїв шукати альтернативи. Біопаливо – зокрема пелети, тріска, лушпиння соняшнику – стає дедалі популярнішим завдяки своїй доступності та екологічній безпечності. Використання таких ресурсів не лише знижує витрати на пальне, а й сприяє утилізації агровідходів, перетворюючи їх на джерело енергії. Електроенергія,

особливо отримана з відновлюваних джерел, також набуває актуальності, зокрема в контексті автоматизованих сушарок, які потребують точного контролю температури та вологості [2].

Одним із найефективніших рішень у сфері енергозбереження є рекуперація тепла. Сучасні зерносушарки оснащуються системами, які дозволяють повторно використовувати тепле відпрацьоване повітря для нагрівання нової порції сушильного агента. Це дозволяє знизити витрати на пальне до 30% порівняно з традиційними моделями без рекуперації. Такий підхід не лише економічно вигідний, а й екологічно доцільний, адже зменшує викиди в атмосферу та навантаження на енергосистему господарства.

Інтелектуальні системи керування, сенсорні датчики, онлайн-моніторинг процесу сушіння – усе це дозволяє аграріям контролювати витрати в реальному часі, швидко реагувати на зміни та уникати перевитрат енергії. Наприклад, зниження температури сушіння всього на 5 °C може суттєво скоротити витрати пального без втрати якості продукції. Попереднє очищення зерна, сортування за фракціями та контроль вологості також сприяють скороченню тривалості сушіння, що позитивно впливає на загальну енергоефективність.

Умови навчально-дослідного господарства «Агрономічне» створюють ідеальне середовище для апробації таких технологій. Як відомо, тут можна не лише впроваджувати сучасні моделі сушарок, а ще й досліджувати їхню ефективність, адаптуючи до конкретних культур, кліматичних умов та виробничих потреб. Це відкриває перспективи для формування нових стандартів аграрного виробництва, де енергоефективність поєднується з екологічною відповідальністю та економічною вигодою.

У сучасному аграрному виробництві автоматизація та цифрові технології відіграють вирішальну роль у підвищенні ефективності, точності та стабільності технологічних процесів. Зерносушіння, як один із найважливіших етапів післязбиральної обробки, вже давно перестало бути виключно механічною операцією. Сьогодні це високотехнологічний процес, який потребує точного контролю, гнучкого управління та адаптації до змінних умов. Саме тому навчально-дослідне господарство «Агрономічне» розглядає впровадження цифрових рішень як стратегічний напрямок розвитку.

Системи дистанційного моніторингу та управління дозволяють операторам контролювати роботу зерносушарки з будь-якої точки – через комп'ютер, планшет або смартфон. Це забезпечує постійний доступ до ключових параметрів: температури, вологості, швидкості подачі зерна, витрат енергії. У режимі реального часу можна не лише спостерігати за процесом, а й оперативно коригувати його, реагуючи на найменші відхилення. Такий підхід значно знижує ризики перегріву, пересушування або нерівномірної обробки зерна, що особливо важливо для культур із чутливою структурою, як-от кукурудза чи пшениця.

Цифрові сенсори, інтегровані в сушильні системи, забезпечують надзвичайно точне вимірювання мікрокліматичних показників. Вони працюють у безперервному режимі, передаючи дані до центрального блоку управління, який аналізує інформацію та приймає рішення на основі заданих алгоритмів. Це

дозволяє мінімізувати людський фактор, який раніше був джерелом помилок, затримок і нераціонального використання ресурсів. Автоматизовані системи не втомлюються, не помиляються і здатні працювати з високою точністю навіть у складних умовах [3].

Впровадження таких технологій у НДГ «Агрономічне» відкриває нові можливості для досліджень, навчання та практичного вдосконалення аграрного виробництва. Студенти та фахівці мають змогу працювати з обладнанням, яке відповідає найвищим стандартам галузі, вивчати принципи цифрового управління, аналізувати ефективність різних режимів сушіння. Це не лише підвищує якість освітнього процесу, а й формує нове покоління аграріїв, готових до викликів цифрової епохи.

Зрештою, автоматизація зерносушіння – це не просто технічне оновлення, а глибока трансформація підходів до агровиробництва. Вона дозволяє поєднати точність із гнучкістю, стабільність із адаптивністю, а також забезпечити сталий розвиток господарства в умовах змін клімату, ринку та технологій. У цьому контексті НДГ «Агрономічне» виступає не лише як виробник, а як інноваційний центр, де майбутнє аграрного сектору набуває конкретних форм і рішень.

У сучасному аграрному виробництві якість зерна після збирання врожаю є критично важливою складовою успішної реалізації продукції. Особливо це стосується етапу сушіння – процесу, який не лише знижує вологість зерна, але й визначає його подальшу харчову та посівну придатність. У господарстві НДГ «Агрономічне» впровадження сучасних зерносушарок стало ключовим кроком до підвищення ефективності та відповідності продукції вимогам ринку.

Сушіння зерна – це не просто технічна операція, а тонкий баланс між збереженням внутрішньої структури зерна та досягненням оптимальних показників вологості. Пересушене зерно втрачає масу, а разом із нею – і частину прибутку. Перегріте – втрачає життєздатність, що критично для посівного матеріалу. Саме тому в НДГ «Агрономічне» особливу увагу приділяють точному контролю температурного режиму, рівномірному розподілу тепла та автоматизованому моніторингу процесу сушіння.

Сучасні зерносушарки, які використовуються в господарстві, оснащені інтелектуальними системами керування, що дозволяють адаптувати процес до конкретного типу зернової культури, її початкової вологості та бажаного кінцевого результату. Це забезпечує не лише енергоефективність, а й стабільну якість продукції, яка відповідає державним стандартам та вимогам міжнародних ринків. Зерно, висушене з дотриманням технологічних норм, зберігає свою поживну цінність, смакові властивості та здатність до проростання – що особливо важливо для насіннєвого матеріалу.

Умови господарства «Агрономічне» демонструють, як інновації в аграрному секторі можуть поєднуватися з практичним досвідом і дбайливим ставленням до продукції. Зерносушарки тут – не просто обладнання, а стратегічний інструмент, що дозволяє зберегти врожай, підвищити його ринкову вартість і забезпечити стабільність у ланцюгу постачання. У результаті – аграрії

отримують не лише якісне зерно, а й конкурентну перевагу на внутрішньому та зовнішньому ринку [4].

У сучасному аграрному виробництві технологічні рішення відіграють вирішальну роль у забезпеченні стабільності, якості та конкурентоспроможності продукції. Зерносушарки – це не просто обладнання для зниження вологості зерна, а стратегічний елемент інфраструктури, який здатен трансформувати весь підхід до післязбиральної обробки. У НДГ «Агрономічне» перспективи впровадження сучасних зерносушарок відкривають новий горизонт можливостей – як для господарства, так і для освітнього середовища.

Однією з ключових переваг є використання зерносушарок як навчальної бази для студентів аграрних спеціальностей. Це не лише практичне знайомство з технологією, а й можливість зануритися в реальні виробничі процеси, зрозуміти принципи енергоефективності, контролю якості та автоматизації. Такий досвід формує нове покоління фахівців, здатних мислити системно й впроваджувати інновації у своїй майбутній професійній діяльності.

Окрім освітньої функції, зерносушарки в умовах НДГ «Агрономічне» можуть стати платформою для апробації нових технологій. Це включає тестування різних режимів сушіння, адаптацію обладнання до специфіки місцевих культур, а також інтеграцію цифрових рішень – від сенсорного моніторингу до аналітики даних. Господарство, яке відкрито до експериментів і співпраці з науковими установами, перетворюється на центр аграрних інновацій, здатний задавати тон у регіоні. Усе це безпосередньо впливає на конкурентоспроможність господарства. Сучасне обладнання дозволяє зменшити втрати врожаю, підвищити якість зерна, скоротити витрати на енергію та забезпечити стабільність поставок. У результаті НДГ «Агрономічне» отримує не лише економічну вигоду, а й репутацію надійного партнера, готового до викликів ринку та здатного відповідати найвищим стандартам.

Отож, впровадження сучасних зерносушарок – це не просто технічне оновлення, а стратегічний крок у розвитку аграрного господарства, який поєднує освіту, науку та бізнес. У НДГ «Агрономічне» цей процес має всі шанси стати прикладом успішної синергії між технологіями та людським потенціалом.

Навчально-дослідне господарство «Агрономічне» має всі передумови для впровадження таких технологій: наявність технічної бази, кваліфікованих фахівців, доступ до сучасного обладнання та можливість апробації нових рішень у реальних виробничих умовах. Це відкриває перспективи не лише для підвищення ефективності господарства, а й для формування освітньо-наукової платформи, де студенти та дослідники можуть вивчати практичні аспекти інноваційного зерносушіння [6].

У майбутньому впровадження цифрових систем моніторингу, штучного інтелекту та інтернету речей (IoT) дозволить ще більше оптимізувати процеси, зробити їх адаптивними до змін клімату та ринкових умов. Таким чином, зерносушіння перетворюється з технічної операції на стратегічний елемент агровиробництва, що поєднує економічну ефективність із екологічною відповідальністю.

Таблиця 1. Сучасні рішення в сфері зерносушіння [5].

Напрямок	Приклади рішень	Переваги	Перспективи для НДГ «Агрономічне»
Типи зерносушарок	Шахтні, колонкові, модульні	Різні варіанти під обсяги та умови	Оптимальний вибір для господарства залежно від потреб
Енергоефективність	Використання біопалива, рекуперація тепла	Зменшення витрат на сушіння, економія ресурсів	Скорочення собівартості продукції
Автоматизація	Дистанційний моніторинг, датчики температури та вологості	Підвищення точності, мінімізація людських помилок	Використання як навчально-наукової бази
Якість зерна	Контроль режимів сушіння, запобігання пересушуванню	Збереження харчових і посівних властивостей	Отримання зерна, що відповідає стандартам ринку
Освітньо-науковий аспект	Використання в навчанні та дослідженнях	Підготовка студентів, апробація нових технологій	Підвищення наукового та практичного рівня господарства



Рис. 1. Сушіння зерна.

Водночас НДГ «Агрономічне» може стати майданчиком для апробації нових технологічних рішень, співпраці з виробниками обладнання та науковими

установами. Така взаємодія дозволяє не лише тестувати нові моделі сушарок, а й адаптувати їх до специфіки регіону, кліматичних умов та особливостей вирощування культур. Це підвищує гнучкість господарства, його здатність швидко реагувати на зміни ринку та кліматичні виклики [7].

У підсумку, впровадження сучасних зерносушарок у НДГ «Агрономічне» – це не просто технічне оновлення, а стратегічний крок до підвищення ефективності, конкурентоспроможності та освітньо-наукової значущості господарства. Це приклад того, як інновації можуть стати рушієм змін, що охоплюють не лише виробництво, а й освіту, науку та розвиток регіону загалом.

Висновок. Зерносушарки, як технологічний інструмент, сьогодні відіграють роль не лише у збереженні врожаю, а й у формуванні стратегії сталого розвитку аграрного сектору. Їхнє впровадження в умовах НДГ «Агрономічне» відкриває перспективи для комплексного вдосконалення виробничих процесів. Завдяки високому рівню енергоефективності, сучасні сушарки дозволяють зменшити витрати на обробку зерна, що особливо важливо в умовах зростання цін на енергоресурси. Автоматизовані системи керування забезпечують точність і стабільність процесу, мінімізуючи ризики втрати якості продукції.

Крім того, інтеграція таких технологій у навчально-дослідне господарство створює унікальне середовище для підготовки майбутніх фахівців. Студенти мають змогу працювати з обладнанням, яке відповідає сучасним вимогам ринку, набуваючи практичних навичок і розуміння реальних викликів аграрного виробництва. Це сприяє формуванню компетентного кадрового потенціалу.

Список використаної літератури

1. Шуст О.А., Варченко О.М., Крисанов Д.Ф. та ін. Аграрні та агропродовольчі структури в умовах посилення турбулентності: монографія. К.: ТОВ «ТРОПЕА». 2023. 440 с.

2. Гуторова О.О., Гуторов О.І. Особливості розвитку та напрями удосконалення інноваційної діяльності в АПК. *Аграрні інновації: науковий журнал*. 2023. №17. С. 211-217.

3. Жегус О., Давиденко В. Стратегічні імперативи інноваційного розвитку аграрного сектору України як основи його резильєнтності. *Економіка та суспільство: науковий журнал*. 2024. №61. С. 56-64.

4. Зернові сушарки: веб-сайт. URL: <https://www.dulmz.com/wp-content/uploads/2021/09/broshura.pdf> (дата звернення 25.09.2025).

5. НДГ «Агрономічне». URL: <https://vsau.org/novini/novini-vnau/ndg-%C2%ABagronomichne%C2%BB-%E2%80%93-misce-zdobuttya-praktichnix-navichok-studentiv-ta-aspirantiv> (дата звернення 31.09.2025).

6. Проблеми сучасної агроінженерії, енергетики і транспортних технологій в системі природокористування: збірник тез доповідей Всеукраїнської науковопрактичної конференції, м.Ніжин, 14-15 листопада 2024 року. Ніжин: ВП НУБіП України «НАТІ». 2024. № 22. 148 с.

7. Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Верхоланцева В.О. Технологічне обладнання галузі: конспект лекцій. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press». 2020. Ч. 1. 255 с.

Олександр ГРИГОРЕНКО¹⁷,
Студент 5 курсу,
Інженерно-технологічного факультету
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ НА ОСНОВІ КОМБІНУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

***Анотація.** Тваринницькі ферми є значними споживачами електроенергії, і вартість цієї енергії безпосередньо впливає на собівартість продукції та її конкурентоспроможність на ринку. Крім того, сучасні технологічні процеси, що використовуються на фермах, вимагають надійного електропостачання та високої якості електроенергії.*

В умовах сучасних викликів, зокрема війни, забезпечення безперебійного електрозабезпечення для таких підприємств, як тваринницькі ферми, набуває особливої актуальності, адже нестабільне енергопостачання може призвести до збоїв у технологічних процесах, що, у свою чергу, впливає на якість продукції.

Основною проблемою є розробка ефективних систем електропостачання для тваринницьких ферм, що поєднують альтернативні джерела енергії, інтеграцію стохастичних підходів до управління енергетичними потоками та оптимізацію використання енергії в умовах змінного навантаження.

Рішення цієї проблеми дозволить забезпечити стабільне та ефективне енергопостачання для фермерських господарств

***Ключові слова:** тваринницькі ферми, автономне енергозабезпечення, альтернативні джерела енергії*

***Annotation.** Livestock farms are significant consumers of electricity, and the cost of this energy directly affects the cost of production and its competitiveness in the market. Moreover, the modern technological processes used on farms require reliable power supply and high-quality electricity. In the context of modern challenges, particularly war, ensuring uninterrupted power supply for enterprises such as livestock farms becomes especially relevant, as unstable energy supply can lead to disruptions in technological processes, which, in turn, affects product quality. The main issue is the development of effective power supply systems for livestock farms that combine alternative energy sources, the integration of stochastic approaches to managing*

¹⁷Науковий керівник: Стаднік М.І. доктор наук, кафедри електроенергетики, електромеханіки та електротехніки ВНАУ

energy flows, and the optimization of energy use under variable loads. Solving this problem will ensure stable and efficient energy supply for farms.

Keywords: *livestock farms, autonomous energy supply, alternative energy sources*

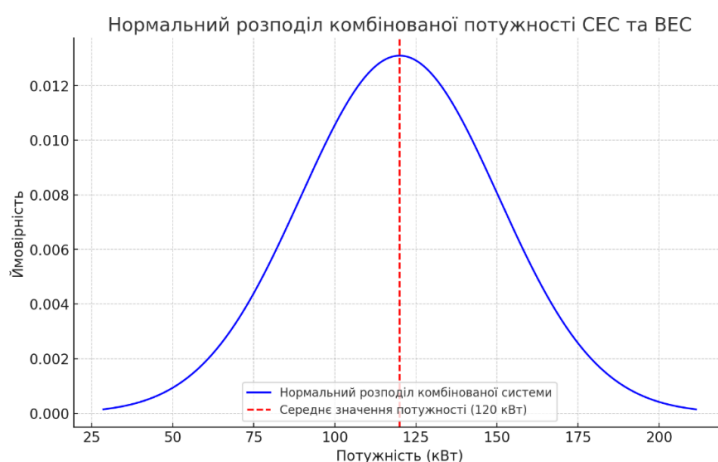
Вступ. Забезпеченні безперебійного електропостачання для тваринницької ферми шляхом є важливим в умовах сьогодення, це можна досягти шляхом інтеграції та ефективного використання стахастичних, постійних і зарезервованих джерел електричної енергії. Це можна досягти завдяки оптимальному керуванню величиною виробленої енергії від стахастичних джерел, а також ефективним використанням зарезервованої потужності та потужності біогазових установок, з урахуванням фактичного графіка навантаження ферми.

Врахування змін у навантаженні на фермі дозволяє адаптувати енергетичну систему до змінних умов, зокрема до коливань у виробництві енергії від відновлювальних джерел (сонячних, вітрових), а також забезпечити належне резервування енергії для покриття пікових навантажень та непередбачуваних ситуацій

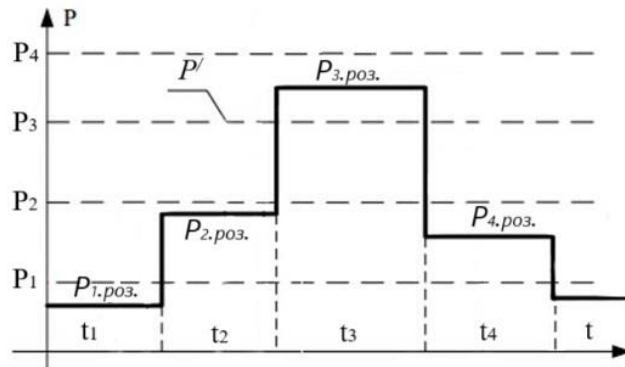
Завдяки такому підходу, можливо забезпечити стабільне електропостачання ферми, знизити витрати на енергоресурси та підвищити енергоефективність системи

Виклад основного матеріалу. Для досягнення максимальної ефективності розподілу енергії використовується інтелектуальна система управління. Вона моніторить рівень генерації та споживання енергії в реальному часі, прогнозує майбутню генерацію на основі метеорологічних даних та оптимізує заряд і розряд акумуляторів. Це дозволяє мінімізувати витрати палива і забезпечити ефективне використання всіх доступних джерел енергії

Також завдяки накопиченню енергії в акумуляторах можна забезпечити ферму енергією, що дає значну запасну потужність для покриття пікових навантажень або періодів низької генерації від СЕС та ВЕС



Середній розрахунок виробленої комбінованої потужності СЕС та ВЕС для Вінниччини, в залежності від сезону



Графік навантаження ферми, що рівнів потужності а також графік покриття навантаження впродовж доби

Для того, щоб розписати алгоритм відслідковування навантаження тваринницької ферми у вигляді системи рівнянь, необхідно детально описати параметри, які впливають на навантаження, а також взаємозв'язки між ними. Ось можливий підхід

Визначення навантаження на ферму:

$$L(t) = f(P(t), C(t), T(t), H(t))$$

де:

- $L(t)$ навантаження на ферму в часі t ,
- $P(t)$ кількість тварин на фермі в часі t ,
- $C(t)$ кількість кормів, що споживаються тваринами в часі t ,
- $T(t)$ температура на фермі в часі t ,
- $H(t)$ вологість на фермі в часі t .

Моделювання споживання корму:

$$C(t) = P(t) \cdot c$$

де:

- c середнє споживання корму на одну тварину за одиницю часу.

Моделювання температури і вологості:

$$T(t) = T_0 + \Delta T(t)$$

$$H(t) = H_0 + \Delta H(t)$$

де:

- T_0 і H_0 початкові значення температури та вологості на фермі,
- $\Delta T(t)$ і $\Delta H(t)$ зміни температури та вологості в часі.

Аналіз навантаження на базі поточного стану:

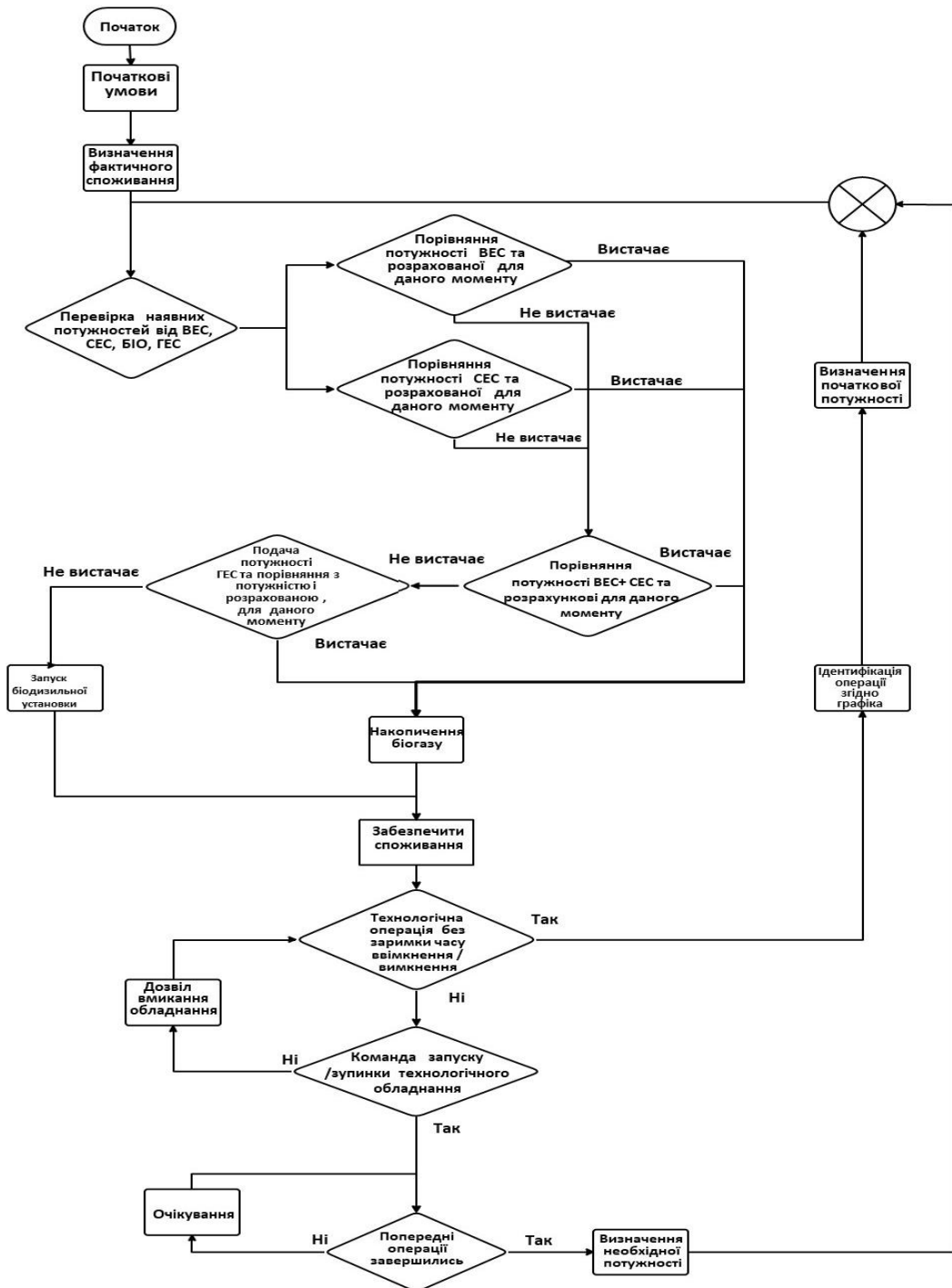
$$L(t) = P(t) \cdot (a_1 \cdot T(t) + a_2 \cdot H(t) + a_3 \cdot C(t))$$

де:

a_1 , a_2 , a_3 коефіцієнти, що визначають вплив температури, вологості та корму на навантаження.

Ці рівняння можна використовувати для побудови алгоритму, який відслідковує зміну навантаження на ферму в залежності від різних факторів, зокрема кількості тварин, споживання корму, температури та вологості.

Алгоритм передбачає запис початкових умов та графіка споживання електроенергії, перевірку наявності електроенергії на СЕС, ГЕС, ВЕС та порівняння їх потужностей із однією з генераторних груп на біогазі, якщо вистачає то забезпечується споживання, якщо ні то виконується запуск генераторів на біогазі, а електроенергія відновлювальних джерел переводиться на накопичення.



На відрізку часу $0 - t_1$
 якщо $P_B > P_{1\text{розр.}}; \Rightarrow$ живл. від ВЕС
 $\Delta P_B - P_{1\text{розр.}} > 0 \Rightarrow$ на накопичення
 Якщо $P_B < P_{\text{розр.}}; \Rightarrow P_{\text{СВ}} + P_{\text{СС}} > P_{\text{розр.}}$
 На відрізку часу $t_1 - t_2$
 $P_B + P_C - P_{2\text{розр.}} > 0 \Rightarrow$ на накопичення
 при зменшенні навантаження
 умови повертаються, P_B повністю на накопичення
 $P_B + P_C - P_{2\text{розр.}} < 0 \Rightarrow$ підключаємо P_B
 На відрізку часу $t_2 - t_3$
 $P_B + P_C + P_B > P_{3\text{розр.}} \Rightarrow$ живл. від $P_{\text{СВ}}, P_{\text{СС}}, P_B$
 $P_B + P_C + P_B - P_{3\text{розр.}} > 0 \Rightarrow$ на накопичення
 На відрізку часу $t_3 - t_4$
 якщо $P_C > P_{4\text{розр.}}; \Rightarrow$ живл. від СЕС
 $\Delta P_C - P_{4\text{розр.}} > 0 \Rightarrow$ на накопичення
 якщо $P_C < P_{4\text{розр.}}; \Rightarrow P_B + P_C > P_{4\text{розр.}}$

Що дозволяє використовувати в першу чергу менш надійні джерела енергії, як СЕС чи ВЕС, при їх нестачі запускати генератори на біогазі, та надлишки відправляти на накопичення

Висновки. У результаті проведеного дослідження методу забезпечення автономного електропостачання тваринницької ферми на основі комбінування базових та стохастичних джерел енергії було розглянуто основні аспекти, що визначають ефективність і надійність таких систем.

Різноманітні джерела відновлювальної енергії, таких як сонячні, вітрові, біогазові установки, а також гідроелектростанції, дозволяють забезпечити стабільне та економічне постачання електроенергії для тваринницьких ферм.

Застосування алгоритму управління стохастичними процесами енергетичними потоками дозволяє значно підвищити гнучкість та адаптивність системи до змінних умов навантаження і генерації енергії.

Список використаної літератури

1. Калетнік Г.М. Перспективи підвищення енергетичної автономії підприємств АПК в рамках виконання енергетичної стратегії України. Вісник аграрної науки Причорномор'я, 2019. №4 (104). С. 90–98.,
2. Стаднік М.І. Оптимізація складу генеруючого обладнання автономного енергопостачання тваринницької ферми при використанні біогазу. Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2018. №2 (101). С. 81–88.,
3. Стаднік М.І., Штуць А.А., Пилипенко О.В. Рівень енергозабезпечення тваринницьких ферм за рахунок біогазу. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 1 (112). С. 100 -112.,

4. Стаднік М.І., Грицун А.В., Проценко Д.П. Метод покриття графіку навантаження тваринницької ферми при автономному електропостачанні, на базі біогазових установок. Техніка, енергетика, транспорт АПК. с. 79-87. 2019.,

5. Стаднік М.І., Штуць А.А., Пилипенко О.В. Рівень енергозабезпечення тваринницьких ферм за рахунок біогазу. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 1 (112). С. 100 -112

Вікторія АСТАХОВА¹⁸,
студентка 3-го курсу,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

МОРФОЛОГІЧНА ОЦІНКА КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ ПОРОДИ ЛОМАН БРАУН

Анотація. У статті подано результати дослідження морфологічних показників яєць курей кросу Ломан Браун яких утримують в НДГ «Агрономічне». Проаналізовано показники маси яйця, товщини шкаралупи, розмірів та індексів білка і жовтка. Встановлено, що яйця мають оптимальні параметри якості, зокрема правильну форму, щільну структуру білка та жовтка, а також задовільні показники свіжості. Отримані дані можуть бути використані для контролю якості продукції у птахівничих господарствах, селекційній роботі та в подальших наукових дослідженнях.

Ключові слова: кросс, Ломан Браун, якість яєць, жовток, білок, морфологічні показники.

Annotation. The article presents the results of a study of the morphological indicators of eggs of Loman Brown crossbred chickens kept in the Agronomichne Research and Development Center. The indicators of egg mass, shell thickness, size and indices of protein and yolk were analyzed. It was established that the eggs have optimal quality parameters, in particular, the correct shape, dense structure of protein and yolk, as well as satisfactory freshness indicators. The data obtained can be used for product quality control in poultry farms, breeding work and in further scientific research.

Keywords: cross, Loman Brown, egg quality, yolk, albumen, morphological indicators.

Вступ. Курячі яйця це високо цінний дієтичний продукт харчування. Воно містить повноцінний білок, має оптимальний жирно-кислотний, вітамінний та

¹⁸Науковий керівник: Огороднічук Г.М., к. с.-г. наук, доцент кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин ВНАУ

мінеральний склад. Воно містить усі необхідні для людини поживні та біологічно активні речовини у добре збалансованій формі, що зумовлює його високу засвоюваність (на 96-98%). Курячі яйця відносять до найкорисніших продуктів харчування [1].

Харчові яйця мають складну будову та є незаплідненою яйцеклітиною. Зміни якості яйця, що спостерігаються в умовах інтенсивного птахівництва свідчать про можливість регулювання даних параметрів без порушення властивих їм високих поживних переваг. Морфологічні ознаки, такі як маса та форма яйця, маса жовтка, білка, шкаралупи, її міцність та інші, визначаються здебільшого генетичними факторами та умовами утримання та годівлі [1].

На промислових підприємствах харчові яйця отримують від гібридної птиці двох типів: та, що відкладає яйця з білою, світло-коричневою або коричневою шкаралупою. Перші були створені на генетичній основі породи Білий леггорн, другі – участю порід Нью-гемпшир, Род-айленд, Смогастий плімутрок, Полтавська глиняста та інші.

У племінних стадах України кури представлені породами і кросами яєчного, м'ясного та комбінованого яєчно-м'ясного і м'ясо-яєчного напрямів продуктивності. Вони відносяться до порід бірківська барвіста та білий плімутрок, а також кросів Кобб-500, Росс-308, Ломан, Ломан Браун – Лайт, Ломан ЛСЛ – Класік і Хай-Лайн W-36. Встановлено, що від однієї коричневої несучки одержують яєчної маси більше порівняно з білою. Наявність аутосексності дає змогу сортувати курчат за статтю у віці однієї доби за забарвленням пір'я.

Фактор годівлі для птиці є найважливішим чинником, який має вирішальний вплив на товарні та біологічні якості яєць. Морфологічні показники яйця, його хімічний склад і біологічні властивості визначаються вмістом у кормах поживних та біологічно активних речовин. Ці чинники, перш за все, впливають на рівень яєчної продуктивності, вміст в яйці окремих хімічних речовин, їх поживній цінності, міцності і пігментації шкаралупи [5].

Встановлено, що у гібридних курей яйця мають товстішу шкаралупу та кращі показники якості. В цілому слід відмітити, що якість яєць залежать від індивідуальних особливостей несучок.

Доведено, що параметри мікроклімату, способи утримання несучок а також рівень механізації основних технологічних операцій впливають на показники якості яєць. Зокрема підвищена вологість та температура у приміщенні має негативний вплив на якість яєць, зокрема на масу, товщину і міцність шкаралупи [7].

Кури несучки старшого віку несуть яйця з тоншою шкаралупою і більш піддатливі до кишкових інфекцій. Також показник щільності фракцій білка має з віком стійке зниження, тому знижуються індекси білка та жовтка, од. Хау. За неналежних умов утримання птиці, епізоотичного стану в пташниках та дотримання всіх технологічних операцій що відповідають фізіологічному стану птиці можуть виникати різноманітні дефекти яєць. Звідси знижується якість яєць, відповідно і вартість.

До основних морфологічних показників яєць відносять: масу та форма яєць, колір шкаралупи й жовтка, стан білка, цілісність градинок, структуру шкаралупи, розмір та рухливість повітряної камери.

Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 7 березня 2023 року №360 затверджено Вимоги до курячих яєць. Ці вимоги поширюються на відносини між операторами ринку у сфері визначення показників та/або властивостей чи характеристик курячих яєць (далі – яйця), що вводяться в обіг, а також пов'язаних із ними процесів і методів виробництва, зокрема щодо штампування, пакування, маркування, ведення записів [2].

Метою досліджень було дослідити основні морфологічні показники курячих яєць кросу Ломан Браун, що утримуються в НДГ «Агрономічне».

Матеріали та методи досліджень. Для проведення морфологічного аналізу було використано по 20 яєць від курок кросу Ломан Браун, які розводяться в Навчально дослідному господарстві «Агрономічне» Вінницької області.

Курчата кросу «Ломан–Браун» досягають статевої зрілості у 135 днів. У 150 днів несучість кросу становить 50%, а в 170-180 днів – 90% і більше. Несучість кросів за 52 тижня життя досягає до 300-310 яєць на середню несучку. Збереженість за вирощування молодняку знаходиться в межах 98%, у дорослих курей за продуктивний період утримання – 94%. Кури несуть яйця масою 62-64 г, з коричневим забарвленням шкаралупи. За кліткового утримання кури споживають 112-114 г комбікорму в день. Виведені гібридні курчата в добовому віці за забарвленням оперення розрізняються за статтю: півники – білі, курочки – палеві.

У процесі дослідження морфологічних показників яєць кросу Ломан Браун визначали: масу яєць, їхні подовжній і поперечний діаметри, індекс форми, товщину шкаралупи, великі та малі діаметри білка і жовтка, а також висоту яєць за загальноприйнятими методиками [4]. Отримані результати оброблялися методами варіаційної статистики.

Виклад основного матеріалу. Результати аналізу вивчення морфологічних показників харчових яєць курей кросу Ломан Браун наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Морфологічні показники харчових яєць курей, $M \pm m$

Показник	Ломан -Браун
Маса яйця, г	63,2±1,18
Подовжній діаметр яєць, мм	54,7±0,52
Поперечний діаметр яєць, мм	42,9±0,38
Індекс форми, %	78,4±0,55
Товщина шкаралупи, мм	0,32±0,03
Висота пуги, мм	2,04±0,07
Діаметр пуги, мм	16,7±0,15
Забарвлення жовтка, балів	5-6

Маса яєць є однією з найважливіших селекційних ознак, яка разом із несучістю визначає яєчну продуктивність птиці. Маса яєць залежить, передусім, від породи, лінії чи кросу птиці, періоду її продуктивного використання. Рівень

протеїну енергії у комбікормі, доза згодовування корму також певним чином впливають на цю кількісну ознаку. Відома залежність цієї полігенної ознаки й від інших паратипових факторів. Маса є одним із основних якісних показників інкубаційних і харчових яєць. Зі зміною маси яйця змінюється і його якість. У сучасному птахівництві досить цінною є та птиця, яка швидко нарощує масу яєць уже в перші місяці яйцекладки і зносить яйця правильної форми.

У птиці кросу Ломан Браун маса яйця знаходиться на рівні $63,2 \pm 1,18$ г, що відповідає параметрам кросу. Подовжній та поперечний діаметр яєць, мм становить відповідно $54,7 \pm 0,52$ та $42,9 \pm 0,38$ мм. Форма яєць є важливим показником їх якості, оскільки впливає на положення ембріону у яйці його розвитку. Також доведено, що яйця із занадто подовженою або округлою формою характеризуються зниженою виводимістю.

Форму яєць оцінювали за індексом – відношення малого діаметру яєць до великого, вираженого у відсотках. У курей кросу Ломан Браун індекс форми яєць знаходиться на рівні $78,4 \pm 0,55$ %, що вказує на правильну форму яєць.

Товщина шкаралупи дорівнює $0,32 \pm 0,03$ мм, що забезпечує достатній рівень механічного захисту в умовах транспортування та зберігання. Щодо стану повітряної камери (пуги), її висота дорівнювала $2,04 \pm 0,07$ мм, а діаметр — $16,7 \pm 0,15$ мм, що свідчить про свіжість яєць та відповідає санітарно-гігієнічним нормам. Інтенсивність забарвлення жовтка оцінювалася на рівні 5–6 балів, що є прийнятним показником для споживачів і вказує на належний рівень каротиноїдів у раціоні птиці.

Якість білка є одним із ключових критеріїв оцінки харчової цінності курячого яйця. У дослідженні проведено аналіз основних морфологічних показників, які характеризують стан білкової частини яйця (таблиця 2).

Таблиця 2. Показники якості білка яєць, $M \pm m$

Показник	Ломан -Браун
Маса білка, г	$38,4 \pm 0,37$
Великий діаметр білка, мм	$76,4 \pm 1,07$
Малий діаметр білка, мм	$65,4 \pm 0,87$
Середній діаметр білка, мм	$70,9 \pm 0,96$
Висота щільного шару білка, мм	$7,8 \pm 0,31$
Індекс білка, %	$11,0 \pm 0,47$

У курей кросу Ломан Браун середня маса білка становила $38,4 \pm 0,37$ г, що відповідає сучасним нормативним показникам для яєць середнього розміру. Великий діаметр білка становив $76,4 \pm 1,07$ мм, малий діаметр – $65,4 \pm 0,87$ мм, а середнє значення діаметра досягало $70,9 \pm 0,96$ мм.

Висота щільного шару білка, що свідчить про його пружність та якість, була на рівні $7,8 \pm 0,31$ мм, а індекс білка склав $11,0 \pm 0,47$ %, що є хорошим показником свіжості та високої функціональної якості яєць.

Таким чином, отримані показники свідчать про добру структурну цілісність білка, що має велике значення для споживачів, харчової промисловості

та кулінарії. Високий індекс білка є показником свіжості яєць, адже з часом білок втрачає щільність, і його висота зменшується. Таким чином, яйця Ломан Браун демонструють високий рівень якості не лише за зовнішніми, але й за внутрішніми морфологічними параметрами.

Жовток є важливою частиною яйця, оскільки містить основну частину жирів, білків, вітамінів та мінералів. Його морфологічні характеристики є одними з ключових показників внутрішньої якості яйця (таблиця 3).

Таблиця 3. Показники якості жовтка яєць, $M \pm m$

Показник	Ломан -Браун
Маса жовтка, г	17,4±0,26
Великий діаметр жовтка, мм	42,2±0,87
Малий діаметр жовтка, мм	41,7±0,73
Середній діаметр жовтка, мм	41,9±0,62
Висота жовтка, мм	18,4±0,51
Індекс жовтка, %	43,9±0,34

Результати дослідження показали, що маса жовтка у яйцях курей кросу Ломан Браун становила в середньому $17,4 \pm 0,26$ г. Це відповідає типовим значенням для яєць середнього розміру та свідчить про збалансований вміст внутрішніх компонентів. Великий діаметр жовтка дорівнював $42,2 \pm 0,87$ мм, малий діаметр – $41,7 \pm 0,73$ мм, а середній діаметр склав $41,9 \pm 0,62$ мм. Такі значення вказують на симетричну, рівномірну форму жовтка, що є важливим критерієм оцінки його споживчої якості. Висота жовтка досягала $18,4 \pm 0,51$ мм, що у поєднанні з діаметрами дозволяє розрахувати індекс жовтка, який становив $43,9 \pm 0,34\%$. Цей індекс є індикатором пружності та свіжості — чим вищий показник, тим кращий стан жовтка.

Висновки. Морфологічні показники харчових яєць курей кросу Ломан Браун свідчать про високу якість продукції: середня маса яйця становить 63,2 г, товщина шкаралупи – 0,32 мм, індекс форми – 78,4%, що вказує на правильну овальну форму та достатній рівень захисту вмісту яйця.

Яєчні білок і жовток характеризуються добрими структурними параметрами: індекс білка (11,0%) та індекс жовтка (43,9%) підтверджують свіжість та високу функціональну якість яєць, що робить продукцію придатною як для споживання у свіжому вигляді, так і для технологічного використання в харчовій промисловості.

Список використаної літератури

1. Бородай В.П., Пономаренко Н.П., Похил О.М. Технологія виробництва продукції птахівництва: навчальний посібник. К.: Агроосвіта. 2013. 272 с.
2. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Вимоги до курячих яєць: наказ від 07.03.2023 р. № 360. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0449-23#Text> (дата звернення: 28.09.2025).

3. Похил В.П., Патрєва Л.С., Санжара Р.А., Катеринич О.О., Похил О.М. Породи та кроси сільськогосподарської птиці: навчальний посібник. Дніпро. 2018. 282 с.

4. Прокудина Н.А. Методы биологического контроля в инкубации. Харьков. 2006. 108 с.

5. Цехмістрєнко С.І., Цехмістрєнко О.С. Біохімія пташиного яйця: навч. посіб. Біла Церква. 2023. 152 с.

6. Чудак Р.А., Огороднічук Г.М., Разанова О.П., Голубенко Т.Л. Технологія виробництва продукції птахівництва: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ. 2024. 433 с.

7. Царук Л.Л., Святєнко Н.А. Фактори, що впливають на якість шкаралупи. Наукові праці студентів. За матеріалами студентської науково-практичної конференції. «Сучасні проблеми підвищення якості, безпеки, виробництва та переробки продукції тваринництва». -11 березня 2015 року. Вінниця: ВЦ ВНАУ. 2015. С. 83-87.

Анастасія КУЧЕРЯВА¹⁹,
студентка 4-го курсу,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ВИРОБНИЦТВО КОЗЛЯТИНИ ТА ЇЇ ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ

***Анотація.** У статті розглянуто сучасний стан виробництва козлятини, особливості вирощування кіз м'ясного напрямку та фактори, що впливають на якість м'яса. Проаналізовано хімічний склад та харчову цінність козлятини у порівнянні з іншими видами м'яса. Особливу увагу приділено впливу породи, віку тварин та умов утримання на якісні показники м'яса. Наведено рекомендації щодо підвищення продуктивності та якості козлятини.*

***Ключові слова:** козлятина, м'ясна продуктивність, кози, нагул, корми, якісні показники.*

***Annotation.** The article considers the current state of goat meat production, the features of raising meat goats and factors affecting meat quality. The chemical composition and nutritional value of goat meat in comparison with other types of meat are analyzed. Special attention is paid to the influence of breed, age of animals and conditions of maintenance on meat quality indicators. Recommendations are given for increasing productivity and quality of goat meat.*

¹⁹Науковий керівник: Огороднічук Г.М., к. с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі ВНАУ

Key words: *goat meat, meat productivity, goats, forage, feed, quality indicators.*

Вступ. Козівництво – одна із перспективних галузей тваринництва, що забезпечує людей не лише молоком та вовною, а й високоякісним м'ясом — козлятиною. Кози можуть адаптуватися і бути продуктивними в різних типах агрокліматичних зон, а також мають потенціал задовольнити потребу в білку зростаючого населення людства [12].

Козлятина є основним джерелом тваринного білка для населення. У світі спостерігається стабільне підвищення попиту на це м'ясо через його дієтичні властивості та високу харчову цінність. Козлятина має нижчий рівень насичених жирних кислот і холестерину та вищий рівень ненасичених жирних кислот порівняно з м'ясом ягняти [13].

Кози мають високий ступінь адаптації до екстремальних умов навколишнього середовища, враховуючи продуктивність, відтворення та стійкість до хвороб. Вони можуть переносити тепловий стрес та тривале перебування без води.

Кози, як правило, більш ефективні, коли вирощуються з іншими жуйними тваринами, оскільки вони є як травоядними, так і поїдають листя, та деякі трави і чагарникові рослини, які інші жуйні тварини не їдять [9].

Кози залежать від доступних ресурсів навколишнього середовища та можуть вирощуватися з мінімальними витратами (без вітамінів та антибіотиків). Ця особливість є вкрай важливою для задоволення потреб зростаючої групи споживачів, які шукають м'ясо тварин вільного виходу без антибіотиків для життєво важливих ринків. В умовах мінливого навколишнього середовища та мінливих споживчих переваг кози відіграватимуть важливу роль як альтернативне джерело червоного м'яса, підтримуючи світовий попит на м'ясо [6, 11].

В експорті козлятини лідирує Австралія, із середньою часткою 44% від загального світового експорту козлятини за останні 10 років. За Австралією ідуть африканські країни Ефіопія (22%) та Кенія (7%) [14].

Метою роботи нашої було дослідити технологію виробництва козлятини та її якісні показники.

Виклад основного матеріалу. Козлятину отримують переважно від молодих тварин (віком до 12 місяців), які вирощуються на відгодівлі. Основними напрямками виробництва є:

- інтенсивна відгодівля козенят на концентрованих раціонах;
- використання м'ясних або комбінованих порід (наприклад, бурська, камерунська, зааненська у м'ясо-молочному напрямі);
- сезонність споживання у деяких регіонах (наприклад, козлятина популярна в мусульманських країнах під час релігійних свят).

Молочні породи кіз складають велику частку ринку козячого м'яса, оскільки вибравовані молочні кози продаються як м'ясо. Вони мають перевагу через великі розміри тіла, придатних для м'яса, з відсотком забою, який становить у середньому 50%. Крім того, ці породи багатоплідні [6].

Популярними молочними породами є зааненська, британська зааненська, альпійська та англо-нубійська. Зааненська була зареєстрована як найпоширеніша порода у світі. Що стосується виробництва м'яса, то англо-нубійська порода, це порода комбінованого напрямку продуктивності, відповідно має кращі характеристики туші, порівняно із британською зааненською, та має більшу частку м'яса й менший вміст жиру. Альпійська коза також є великою за розмірами молочною козою, що ідеально підходить для виробництва м'яса та високої молочної продуктивності [4].

Оскільки виробництво молока є основною метою молочних порід, козлятина молочних порід часто надходить від вибрактованих кіз у віці 5–6 років, що робить її досить жорсткою [1].

Вирощування від народження до відбиття - важливий етап при отриманні козлятини. Молода козлятина за смаковими якостями не має аналогів, а за поживністю й корисністю не поступається баранині та набагато перевершує яловичину й свинину.

Для кіз характерна дещо сухіша загальна будова тулуба, кутастість статей екстер'єру внаслідок помірної розвитку м'язів та жирових відкладень. Хімічний склад козлятини, %: вода — 62 – 63, жир — 15 - 20, білок — 16 - 17. Вона не така жирна, як баранина. Встановлено, що кози дають пісніші туші в порівнянні з вівцями [7].

За вмістом вітаміну А (ретинол), В₁ (тіамін) та В₂ (рибофлавін) козлятину значно перевершує м'ясо сільськогосподарських тварин інших видів. Вміст холестерину в козячому м'ясі в кілька разів нижче, ніж у яловичому та свинячому, це можливо, і пояснюється порівняно меншим поширенням атеросклерозу в народів, які вживають козлятину.

Козлятина світліша за баранину, а козячий жир має чисто білий колір. За вмістом основних жирних кислот він подібний до баранячого і яловичого, але відрізняється зниженою температурою плавлення [9].

Характерною особливістю козлятини є рівномірне відкладання у м'язовій тканині жиру і накопичення його на внутрішніх органах, а не у вигляді «поливу» туші, як в інших сільськогосподарських тварин. Відкладення жиру у підшкірній клітковині та між м'язами виражені значно слабше. Козячий жир можна тривалий час зберігати, він відрізняється високою поживною цінністю, має не тільки харчове, а й технічне та медичне значення.

М'ясна продуктивність кіз визначається розвитком та співвідношенням м'язової та жирової тканин, а також здатністю до їх швидкого формування. На м'ясну продуктивність впливає цілий ряд факторів, зокрема: годівля, утримання, порода, стать, вік та інші фактори. Найкращої м'ясної продуктивності кіз отримують на літньому нагулі, краще нагулюються м'ясні, пухові та грубошерсті кози, гірше шерсті. Кастрати відгодовуються краще ніж матки [6].

Показники м'ясної продуктивності кіз нижче, ніж у овець. У козлятині менше м'якоті та більше кісток, ніж у баранині. Найнижча м'ясна продуктивність у кіз спеціалізованих молочних порід Європи, найвища – у спеціалізованих м'ясних.

Найкраща ефективність відгодівлі досягається на спеціалізованих підприємствах (комплексах) або відгодівельних майданчиках. Якщо годівля племінних козенят у підсосний період спрямовано створення оптимальних передумов їхнього наступного ефективного використання, то при відгодівлі метою є доведення молодих тварин до можливо найкращих забійних кондицій. Молочне козеня до кінця 4-місяців підсисного періоду повинно досягати живої маси не менше 15-20 кг при середньодобовому прирості від 120 до 150 г [1].

Приріст може забезпечити достатня молочна продуктивність матері та максимальне споживання високо цінних, багатих на білок кормів. Встановлено, що на споживання 1 кг приросту козенят потрібно 5 кг молока. Отже, мінімальна молочна продуктивність козоматок з козенятами повинна становити 75-100 кг.

Враховуючи, що кози є типовими пасовищними тваринами, вирощування козенят до 4 місячного віку у більшості регіонів проводиться на пасовищах під матками. У практиці закордонного козівництва широко поширене штучне вирощування козенят. Застосовують різні схеми вирощування, більшість яких включає такі елементи. Новонароджених козенят у перші 12-24 годин утримують з маткою для отримання молозива.

Потім їх переводять до групових кліток (по 6-15 голів), де привчають до соски, згодовуючи замінник молока або молозиво, зібране від кіз, що котилися. Приблизно з 7-го дня козенят переводять у великі групи (до 60 голів) і згодовують замінник досхочу з автонапувалок.

Молочний період продовжується до 1,5-2,0-місячного віку. У схемі вирощування козенят в Італії молоко матері або загальне козяче молоко після 2-3 днів замінюють ЗЦМ, з 10-го до 33-го дня згодовуючи його до 1,8 л/гол. Після цього дачу ЗЦМ різко обмежують, а з 36-го дня припиняють його згодовування. З 12-го дня дають воду та здійснюють підгодівлю з сіна та концентратів.

В Італії та Франції поширене вирощування на заміннику молока козенят, призначених на забій. При середньодобових приростах 200-250 г, за 40-50 днів вони досягають живої маси 12-15 кг [7].

Відбір тварин для вирощування проводять у 2-3-денному віці. Серед двійнят вибирають, як правило, козликів. З 10 денного віку козлятам необхідно згодовувати гарне бобове сіно та комбікорм, а з місячного віку – гранульовані кормосуміші високої якості та воду. У склад комбікорму слід включати вівсяну, ячмінну та кукурудзяну дерть, висівки пшеничні, макуху соняшникову або соєву трав'яне борошно бобових культур, а також кормові дріжджі, крейда і сіль [2].

У 1 кг комбікорму має міститися 0,95-1,05 ЕКО та 220-230 г сирого протеїну. На 1 козеня за період випоювання витрачається 8-9 кг сухого замінника молока, 1,0-1,2 кг комбікорму, 0,9-1,1 кг гранул та 1,2-1,5 кг сіна [9].

Нагулом називають відгодівлю кіз на пасовищах. Нагульний контингент складають з надремонтних козликів, вибракованих кізок, дорослих кіз. Нагул є найдешевшим видом відгодівлі. Найбільш поширений інтенсивний нагул на природних чи сіяних пасовищах з підгодівлею концентратами по 0,3-0,4 кг на одну козу на добу.

Нагул кіз на культурних багаторічних злаково-бобових пасовищах, що відрізняються високою продуктивністю, забезпечує отримання 120-150 г і більше середньодобового приросту [4].

Поряд з нагулом доцільно вдаватися до стаціонарної відгодівлі кіз на механізованих відкритих та закритих відгодівельних майданчиках. При відгодівлі вибраканих племінних і товарних тварин необхідно враховувати, що утворення м'яса у них практично не відбувається, а збільшення живої маси проходить виключно за рахунок відкладення жиру.

У молочному козівництві за літньо-осіннього окоту потреба у відгодівлі тим більша, чим пізніше проведено відбивання козенят. На відміну від молодняку залишати дорослих вибраканих кіз до весни, щоб вони могли досягти необхідних кондицій на весняних пасовищах недоцільно, тому що для цього потрібні додаткові приміщення та непродуктивні витрати корму.

За відгодівлі вибраканих маток застосовують корми, наявні у господарстві на момент вибракування. Виходячи з досвіду європейських країн, слід ширше застосовувати такі дешеві корми, як барда і силос, включаючи їх у раціон за потребою, що може становити у середньому по 3-5 кг на голову на добу [2].

Найбільш ефективний спосіб відгодівлі кіз із застосуванням розсипних або гранульованих кормосумішей. До складу кормосумішей допускається включати 60-70% грубих кормів, значну частину яких може складати солома. Для відгодівлі різних вікових груп кіз можна рекомендувати гранульовані кормосуміші, призначені для відгодівлі овець.

Доросле поголів'я утримують на майданчику протягом 60-70 днів. За нормованої годівлі кози за вказаний період збільшують живу масу на 6-10 кг та досягають високої вгодованості. Молодняк на майданчиках утримують, як правило, 135-150 днів та реалізують у 18-20-місячному віці у вересні-листопаді. До цього часу жива маса козенят досягає 35-45 кг.

Туші кіз, як і овець, поділяють на три сорти і вісім відрубів. До кращих відносять м'ясо спино-лопаткової й задньої частин туші [1].

Висновки. Основними перевагами вирощування кіз на м'ясо є їх висока адаптивність, невибагливість у годівлі, короткий відтворювальний цикл і здатність ефективно використовувати пасовища.

Козлятина є перспективним видом м'яса завдяки своїм високим дієтичним та харчовим властивостям, зокрема низькому вмісту жиру та холестерину, високому вмісту білка і мінеральних речовин.

Якість козлятини значною мірою залежить від породи кіз, умов їх утримання, годівлі, віку та технології забою. Найкращими показниками якості є м'ясо молодих тварин віком до 12 місяців.

Технологія вирощування козлятини вимагає мінімальних витрат, підходить для вільного вихулу і дозволяє отримати корисний для здоров'я варіант червоного м'яса завдяки своїй пісності.

Список використаної літератури

1. Бойко Г. А. Козівництво: навчальний посібник. Київ: Агропромвидав. 2020. 216 с.
2. Коваленко П. І. Утримання та годівля жуйних тварин. Харків: МТК-Видавництво. 2018. 288 с.
3. Сільське господарство України 2024: статистичний щорічник. Київ: Держстат України. 2025. 430 с.
4. Журавель В. П., Черненко Л. А., Сидоренко І. М. Козоводство. Київ: Урожай. 2017. 240 с.
5. Devendra C., & Burns M. Goat Production in the Tropics. 2nd ed. Wallingford: CAB International. 2021. 220 p.
6. Laczó E., Pajor F., Poti P. Goat place in the sustainable agriculture: Compare some growth traits of meat type and dual-purpose type goats in Hungary. *Cereal Res. Commun.* 2007. № 35. P. 701-704.
7. Mariero Gawat, Mike Boland, Jaspreet Singh, Lovedeep Kaur. Goat Meat: Production and Quality Attributes. *Foods*. 2023. № 12(16). P. 3130.
8. McGregor B. A. Nutrition and management of goats for optimal growth and meat production. *Small Ruminant Research*. 2020. Vol.192. P. 105-111.
9. Niekerk W.A., Casey N.H. The Boer goat. II. Growth, nutrient requirements, carcass and meat quality. *Small Rumin. Res.* 1988. № 1. P. 355-368.
10. NRC (National Research Council). Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, D.C.: National Academies Press. 2007. 384 p.
11. Rosa García R., Celaya R., García U., Osoro K. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Rumin. Res.* 2012. № 107. P. 49-64.
12. Steinfeld H., Gerber P.J. Livestock in a Changing Landscape; Island Press: Washington, DC, USA. 2010.
13. FAO. *Livestock Solutions for Climate Change*; FAO: Rome, Italy. 2017.
14. FAOSTAT. Crops, Livestock and Food Statistics; FAOSTAT: 2023. Available online: <https://www.fao.org/food-agriculture-statistics/statistical-domains/crop-livestock-and-food/en/> (accessed on 16 August 2023).

Анастасія МАРЧЕНКО,²⁰
магістр 1-го року навчання,
факультет технології виробництва,
переробки та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

РОЛЬ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ (КЕФІР, КІМЧІ, КВАШЕНА КАПУСТА) У ПІДТРИМЦІ МІКРОБІОТИ КИШЕЧНИКА

***Анотація.** У статті розглянуто значення ферментованих продуктів, зокрема кефіру, кімчі та квашеної капусти, у підтримці мікробіоти кишечника людини. Проаналізовано їхній пробіотичний та пребіотичний потенціал, вплив на баланс корисних мікроорганізмів, імунну систему та процеси травлення. Охарактеризовано основні механізми дії ферментованих продуктів, серед яких відновлення мікрофлори, синтез коротколанцюгових жирних кислот, підвищення біодоступності нутрієнтів і зміцнення кишкового бар'єра. Висвітлено переваги регулярного споживання ферментованих продуктів, зокрема зниження ризику метаболічних і запальних захворювань, а також наведено можливі ризики, пов'язані з надмірним вмістом солі чи порушенням технології ферментації.*

***Ключові слова:** ферментація, ферментовані продукти, кефір, кімчі, квашена капуста, мікробіота.*

***Annotation.** The article examines the significance of fermented foods, particularly kefir, kimchi, and sauerkraut, in maintaining the human gut microbiota. Their probiotic and prebiotic potential, as well as their impact on the balance of beneficial microorganisms, the immune system, and digestive processes, are analyzed. The main mechanisms of action of fermented foods are characterized, including the restoration of microflora, the synthesis of short-chain fatty acids, improved nutrient bioavailability, and the strengthening of the intestinal barrier. The advantages of regular consumption of fermented foods are highlighted, such as the reduction of metabolic and inflammatory disease risks, along with potential drawbacks related to excessive salt content or improper fermentation techniques.*

***Keywords:** fermentation, fermented foods, kefir, kimchi, sauerkraut, microbiota.*

Вступ. Мікробіота кишечника, або кишковий мікробіом, є складною екосистемою трильйонів мікроорганізмів, які мешкають у нашому травному тракті. Ці бактерії, гриби та віруси відіграють ключову роль у травленні, імунній системі, метаболізмі та навіть психічному здоров'ї. Дисбаланс мікробіоти (дисбіоз) може призводити до проблем: ожиріння, запалення, аутоімунні захворювання та розлади травлення. Одним із ефективних способів підтримки

²⁰ Науковий керівник – Людмила КОЛЯНОВСЬКА, к.т.н., доцент кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій

здоров'я мікробіоти є вживання ферментованих продуктів, таких як кефір, кімчі та квашена капуста. Ці продукти багаті на пробіотики та пребіотики, які сприяють росту корисних бактерій і покращують загальний баланс мікробіому. Регулярне споживання ферментованих продуктів сприяє підтриманню гомеостазу кишкової мікробіоти, стимулює ріст корисних мікроорганізмів і покращує метаболічну активність кишечника. Крім того, такі продукти можуть зменшувати інтенсивність запальних процесів, підвищувати ефективність імунних механізмів та покращувати біодоступність поживних речовин, що загалом позитивно впливає на фізіологічний стан організму.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ферментовані продукти здавна займають важливе місце в раціоні багатьох народів. Вони не тільки надають стравам особливого смаку, а й позитивно впливають на здоров'я людини. До цієї групи належать квашена капуста, кімчі, кефір та інші. Їхня цінність полягає у вмісті пробіотиків – корисних мікроорганізмів, що сприяють підтриманню балансу кишкової мікрофлори [1].

Ферментація – це давній біологічний процес, під час якого мікроорганізми, зокрема бактерії, дріжджі або пліснява, перетворюють органічні речовини. Цей процес не лише забезпечує збереження продуктів, але й підвищує їхню харчову цінність. Мікроорганізми розщеплюють складні білки та вуглеводи на більш прості форми, полегшуючи їхнє засвоєння організмом. Крім того, ферментація сприяє утворенню важливих вітамінів, антиоксидантів і пробіотичних культур, які підтримують здоров'я кишечника [2].

Ферментовані продукти виступають природним джерелом пробіотиків. Ці живі мікроорганізми позитивно впливають на стан здоров'я людини. Найбільш відомими серед них є лактобактерії та біфідобактерії, які присутні в різноманітних ферментованих харчових продуктах, зокрема в:

Кефір – це кисломолочний продукт, виготовлений за допомогою кефірних грибків, що містять симбіоз молочнокислих бактерій та дріжджів. Основні його властивості:

- 1) підтримка лактобацил і біфідобактерій у кишечнику;
- 2) покращення перетравлювання лактози;
- 3) стимуляція імунної системи;
- 4) антибактеріальний ефект проти деяких патогенів.

Дослідження стверджують, що споживання кефіру сприяє відновленню мікрофлори після антибіотикотерапії.

Кімчі — це традиційна страва корейської кухні, виготовлена з ферментованих овочів, зокрема капусти та редиски, з додаванням спецій. Окрім пробіотичних культур, цей продукт містить клітковину, вітаміни, антиоксиданти та біоактивні сполуки. Його користь:

- 1) нормалізація кишкового середовища;
- 2) зменшення запальних процесів;
- 3) регуляція обмінних процесів, зокрема ліпідного та вуглеводного;
- 4) профілактика ожиріння та цукрового діабету 2 типу [3].

Квашена капуста – одне з найдавніших ферментованих харчів, яке містить молочнокислі бактерії, органічні кислоти, клітковину та вітамін С. Вона має наступні ефекти:

- 1) зміцнення кишкової бар'єрної функції;
- 2) підвищення стійкості організму до інфекцій;
- 3) стимуляція росту корисних мікроорганізмів;
- 4) антиоксидантний та детоксикаційний вплив.

Квашена капуста завдяки своїй доступності та багатому поживному складу посідає важливе місце у раціоні здорового харчування [4].

Значення пробіотиків для роботи кишківника є надзвичайно важливим. Вони конкурують з патогенними бактеріями, пригнічуючи їх розвиток, підсилюють захисні механізми слизової оболонки кишечника, що запобігає проникненню шкідливих речовин у кров, і сприяють виробленню коротколанцюгових жирних кислот, які живлять клітини кишкової стінки. Ферментовані продукти містять живі культури молочнокислих бактерій та дріжджів, які мають пробіотичний ефект. Ферментовані продукти чинять комплексний вплив на функціонування кишківника. (рис. 1):

Постійне споживання ферментованих продуктів у раціон пов'язане зі зменшенням ризику метаболічних розладів, ожиріння, алергій та захворювань шлунково-кишкового тракту.

У складі ферментованих продуктів наявні живі пробіотики, які, тимчасово заселяючи кишечник, допомагають відновлювати та підтримувати баланс корисної мікрофлори. Так, у кефірі виявлено понад 30 штамів пробіотичних мікроорганізмів, які беруть участь у розщепленні лактози, продукують вітаміни групи В і К та формують кисле середовище, несприятливе для розвитку патогенів. Подібним чином, кімчі і квашена капуста багаті на пробіотики, що підвищують різноманітність мікробіому, підтримують імунітет, а також покращують загальний стан кишківника [2].

Ферментовані продукти, окрім пробіотиків, містять пребіотики – неперетравлювані волокна, які живлять корисні бактерії і стимулюють їх ріст. Так, квашена капуста багата на інулін і клітковину, що сприяє нормалізації перистальтики, покращенню травлення і запобіганню закрепів. Кімчі також містить велику кількість клітковини, яка підтримує регулярність травлення і контроль апетиту [1].

1. Відновлення корисної мікрофлори.

У складі ферментованих продуктів містяться живі пробіотики, які тимчасово заселяють кишківник та виконують важливі функції. Так, лактобактерії й біфідобактерії, що трапляються у кефірі та йогурті, допомагають розщеплювати лактозу, синтезують вітаміни групи В і вітамін К, а також створюють кисле середовище, яке стримує розвиток патогенних

2. Джерело пребіотичних речовин.

Багато ферментованих продуктів містять пребіотичні волокна – вуглеводи, що не перетравлюються, але слугують поживним середовищем для корисних бактерій. Наприклад, у квашеній капусті є інулін та інші пребіотики, які стимулюють ріст біфідобактерій

3. Покращення біодоступності нутрієнтів.

Ферментаційні процеси сприяють розщепленню складних сполук їжі, завдяки чому поживні речовини легше засвоюються. Так, під час ферментації зернових знижується рівень фітинової кислоти, яка зменшує засвоюваність кальцію, цинку та заліза.

4. Синтез корисних метаболітів.

У процесі ферментації мікроорганізми продукують коротколанцюгові жирні кислоти – ацетат, пропіонат і бутират. Ці сполуки забезпечують енергією клітини кишкового епітелію, зміцнюють бар'єрні функції та чинять протизапальну дію.

5. Зміцнення кишкового бар'єра.

Справний кишковий бар'єр перешкоджає проникненню токсичних речовин і патогенів у кров. Ферментовані продукти підтримують утворення муцину — захисного слизового шару, який вкриває стінки кишківника, а також посилюють міжклітинні контакти епітелію.

Рис. 1. Комплексна дія ферментованих продуктів на кишківник
Джерело: сформовано автором на основі [5].

Хоча ферментовані продукти мають безліч корисних властивостей, їм притаманні й певні недоліки. Проте варто підкреслити, що їхня користь значно переважає можливі ризики. (табл. 1).

Таблиця 1. Ферментовані продукти: користь та шкода

Користь	Шкода
Покращення мікрофлори кишківника – підтримання здорового балансу бактерій	Надлишок солі – високий вміст у квашеній капусті та кімчі може бути шкідливим при гіпертонії
Підтримка імунної системи – зниження ризику інфекцій завдяки пробіотикам	Ризик інфекцій – неправильна ферментація у поодиноких ситуаціях сприяє розвитку шкідливих бактерій
Покращення травлення – зменшення симптомів розладів шлунка	Вміст алкоголю – у деяких продуктах присутні невеликі кількості спирту

Джерело: сформовано автором на основі [1].

Проаналізувавши дані табл. 1, можна зробити висновок, що ферментовані продукти мають значно більше переваг, ніж можливих недоліків. Їх регулярне вживання сприяє нормалізації мікрофлори кишківника, зміцненню імунітету та покращенню процесів травлення. Водночас потенційні ризики пов'язані переважно з надмірним вживанням продуктів з високим вмістом солі, порушенням технології ферментації або наявністю незначних кількостей алкоголю. Тому включення ферментованих продуктів у раціон є доцільним за умови помірності та дотримання належних умов приготування [3].

Ферментовані продукти, такі як кефір, кімчі та квашена капуста, впливають на мікробіоту кишечника через комплексну дію пробіотиків і пребіотиків. Вони не лише забезпечують надходження корисних бактерій, але й створюють сприятливі умови для розвитку здорової мікрофлори.

Одним із ключових механізмів є синтез коротколанцюгових жирних кислот (SCFA). Пробіотичні бактерії розщеплюють неперетравлювані волокна та інулін на ацетат, пропіонат і бутират. Ці речовини служать джерелом енергії для клітин епітелію кишечника, підтримують цілісність кишкового бар'єру, зменшують запальні процеси у слизовій оболонці та сприяють регуляції метаболізму ліпідів і глюкози [6].

Пробіотики також конкурують з патогенними бактеріями, виробляючи молочну кислоту та бактеріоцини. Це пригнічує ріст шкідливих мікроорганізмів, підтримує баланс мікробіоти та забезпечує оптимальні умови для розвитку корисних бактерій. Завдяки цьому знижується ризик дисбіозу та кишкових інфекцій.

Таким чином, регулярне споживання ферментованих продуктів підтримує стабільність мікробіоти, зміцнює бар'єрну і імунну функції кишечника та сприяє загальному здоров'ю травної системи.

Висновки. Отже, ферментовані продукти, зокрема кефір, кімчі та квашена капуста, є важливими елементами здорового харчування завдяки високому вмісту пробіотиків і пребіотиків. Вони сприяють підтримці різноманітності та стабільності кишкової мікробіоти, зміцнюють імунну систему, покращують травлення та знижують ризик розвитку метаболічних і запальних захворювань. Попри окремі ризики, пов'язані з високим вмістом солі чи неправильними умовами ферментації, користь від регулярного і помірнього споживання ферментованих продуктів суттєво перевищує можливі недоліки. Таким чином, включення їх у щоденний раціон може розглядатися як ефективний і природний спосіб підтримки здоров'я кишечника та загального благополуччя організму.

Список використаної літератури

1. Проценко Г. Ю. Ферментовані продукти як основа здорового харчування. *Theoretical and empirical scientific research: concept and trends*. 2025. № 12. С. 186-188. DOI: 10.36074/logos-07.03.2025.037 (дата звернення: 02.10.2025).
2. Ферментовані продукти: секрети здоров'я для вас. Ua-today. URL: <https://ua-today.com.ua/fermentovani-produkti-sekrety-zdorovya-dlya-vas/> (дата звернення: 02.10.2025).

3. Ткач С.М., Харченко Н.В., Дорофєєв А.Е. Вплив різних харчових продуктів і режимів харчування на прозапальні та протизапальні властивості кишкового мікробіому. *Український рецензований науково-практичний спеціалізований медичний журнал*. 2024. № 4 (138). DOI: <https://doi.org/10.30978/MG-2024-4-56> (дата звернення: 02.10.2025).

4. Користь та шкода ферментованих продуктів: пробіотики, домашня ферментація та їх вплив на здоров'я. Newfood. URL: <https://newfood.ua/2024/07/29/koryst-ta-shkoda-fermentovanykh-produktiv-probiotyky-domashnia-fermentatsiia-ta-ikh-vplyv-na-zdorov-ia/> (дата звернення: 02.10.2025).

5. Роль ферментованих продуктів у підтримці здоров'я кишківника. Foodex. URL: <https://foodexhub.com.ua/blog/rol-fermentovanyh-produktiv-u-pidtrymtsi-zdorov-ya-kyshkivnyka> (дата звернення: 02.10.2025).

6. Leeuwendaal N. K., Stanton C., O'Toole P. W., Beresford T. P. Fermented foods, health and the gut microbiome. *Nutrients*. 2022. Т. 14, № 7. С. 1527. DOI: 10.3390/nu14071527. (дата звернення: 02.10.2025).

Олександр КОВАЛЬЧУК²¹,
студент 2 курсу,
факультет технології виробництва, переробки
та робототехніки у тваринництві,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ОРГАНІЗАЦІЯ МАШИННОГО ДОЇННЯ ЗААНЕНСЬКОЇ ПОРОДИ КІЗ

Анотація. У статті розглядаються особливості організації машинного доїння зааненської породи кіз. Наведено характеристику породи, вимоги до утримання та годівлі, описано особливості використання мобільних та стаціонарних доїльних установок, їх продуктивність і правила експлуатації. Окремо висвітлено підготовку тварин до доїння, технологічний процес, гігієнічні заходи та критерії відбору кіз для машинного доїння. Розглянуто переваги та обмеження використання механізованого способу доїння, що дозволяє підвищити ефективність виробництва молока, знизити ризик маститів і забезпечити стабільну якість продукції.

Ключові слова: коза, молочна продуктивність, доїння, якість продукції.

Annotation. The article discusses the features of the organization of machine milking of the Saanen breed of goats. The characteristics of the breed, requirements for keeping and feeding are given, the features of using mobile and stationary milking

²¹Науковий керівник: доктор філософії, старший викладач кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва ВНАУ Тетяна ТКАЧЕНКО

machines, their productivity and operating rules are described. Separately, the preparation of animals for milking, the technological process, hygienic measures and criteria for selecting goats for machine milking are highlighted. The advantages and limitations of using the mechanized method of milking, which allows to increase the efficiency of milk production, reduce the risk of mastitis and ensure stable product quality, are considered.

Key words: *goat, milk productivity, milking, product quality.*

Вступ. Козівництво є важливою галуззю молочного тваринництва, яка відіграє значну роль у забезпеченні населення високоякісною продукцією – козячим молоком та продуктами його переробки. Особливу увагу в Україні приділяють розвитку зааненської породи кіз, що відзначається високими продуктивними показниками, доброю адаптивністю та цінними племінними якостями. Завдяки високим надоям, оптимальному складу молока та морфологічним особливостям вимені, ці тварини вважаються одними з найпридатніших для механізованого доїння. Організація машинного доїння зааненських кіз набуває особливої актуальності в умовах інтенсифікації виробництва молока та підвищення вимог до його якості. Використання спеціалізованого обладнання дозволяє значно підвищити ефективність виробничих процесів, зменшити потребу в ручній праці, забезпечити належний рівень гігієни та знизити ризик виникнення маститів.

Виклад основного матеріалу. Козівництво в Україні посідає важливе місце у розвитку молочного тваринництва, забезпечуючи населення цінною продукцією – козячим молоком, яке відзначається високою поживною та лікувально-профілактичною цінністю. Серед відомих порід молочного напрямку найбільш поширеною є зааненська коза, яка характеризується високою продуктивністю та доброю адаптацією до умов утримання [6].

У навчально-дослідному господарстві «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету утримується високопродуктивне поголів'я зааненських кіз, що створює передумови для впровадження та вдосконалення сучасних технологій машинного доїння. Досвід організації цього процесу в господарстві має важливе практичне значення, оскільки поєднує наукові підходи з виробничими потребами та може слугувати орієнтиром для фермерських господарств різних масштабів.

Зааненська порода кіз є видатною породою молочного напрямку продуктивності (рис. 1). Ця порода народилася в долині Заанен, де швейцарські фермери століттями вибирали тварин за молочну віддачу. Тварини даної породи мають дуже високий рейтинг популярності в багатьох країнах світу і використовуються як з метою одержання від них високоцінного продукту харчування – молока та виготовленого з нього сирів, йогурту, так і для поліпшення місцевого низькопродуктивного поголів'я кіз. Крім високих надойв, зааненські кози характеризуються спокійним характером, гарною адаптивністю до різних кліматичних умов та відмінними племінними якостями.



Рис. 1. Зааненська порода кіз
Джерело: сформовано автором на основі [2].

Зааненські кози мають живу масу маток 50-60 кг, довгий тулуб, широкі крижі та тонку шкіру. Вони чутливі до вогкості, тому потребують сухих умов утримання з відносною вологістю не вище 75%. Лактаційний період триває 305-311 днів, з піком продуктивності на четвертому місяці (14,6% від загального надою). Середня інтенсивність видоювання – 1,21 кг/хв, що робить їх ідеальними для механізованого процесу.

Порівняно з іншими породами, зааненські кози перевищують за надоєм на 10,9-29,7%, з вищим вмістом жиру (3,94-4,03%) та білка (3,52-3,63%). Для машинного доїння важливо відбирати тварин з придатним вим'ям: циліндричні або конічні дійки довжиною 5-8 см, діаметром 2-3 см, розташовані на 2/3 від середини вимені [4].

Для зааненських кіз використовують мобільні апарати (наприклад, GEO) або стаціонарні установки (Delaval на 12 кіз, «УДА-16 Ялинка», «Паралель 16/24», «Карусель 36-72»). Ці системи оснащені молокопроводом, автоматичними фільтрами та охолоджувачами до 4°C. Вакуумний тиск для кіз – 12-13 фунтів (нижчий, ніж для корів), щоб уникнути пошкоджень. Продуктивність: «Ялинка» – 150 кіз/год, «Карусель 72» – 720 кіз/год.

Обладнання повинно мати захисні кожухи, заземлення та перевірятися перед використанням. Для невеликих ферм підходять портативні машини, як Dansha, з подальшим ручним завершенням.

Перед впровадженням машинного доїння проводять тренування, особливо для первородок: 20-хвилинні щоденні сесії за 7 днів до лактації зменшують потребу в фіксації (45% проти 73%) та підвищують надій на 0,5 кг/добу. Відбір за вим'ям та здоров'ям – ключовий; виключають тварин з медичними протипоказаннями [1].

Добовий раціон зааненських кіз передбачає споживання 1,51-1,85 кг сухої речовини та 245-300 г перетравного протеїну. Основу годівлі становить сіно люцерни у поєднанні з концентрованими кормами та коренеплодами. Тварин

утримують у сухих, добре вентиляованих приміщеннях, де санітарні умови підтримуються шляхом регулярного прибирання та планового гноєвидалення двічі на рік.

Доїння зааненських кіз здійснюють двічі на добу, при цьому тривалість процесу становить 1-4 хвилини, що відповідає періоду дії рефлексу молоковіддачі. Перед початком процедури проводять перевірку справності обладнання, дотримуються гігієни рук та очищують вим'я тварин. У процесі доїння апарат правильно підключають, контролюючи стабільність вакууму. Завершальний етап включає фільтрацію молока через марлю або лавсанові фільтри та обов'язкову дезінфекцію дійок. Обслуговування установки здійснюють 1-2 оператори, які працюють у середньому 7 годин на добу, з яких близько 2 годин відводиться безпосередньо на доїння. За відсутності підозри на захворювання молоко від кількох кіз збирають у спільний контейнер [3].

Гігієнічні вимоги мають ключове значення: кислотність молока становить 14°Т, бактеріальна забрудненість не перевищує 40 тис/см³. Продукція відповідає стандарту ДСТУ 7006:2009 і може зберігатися до 20 годин за умов охолодження. Дезінфекцію приміщень проводять двічі на рік – навесні та восени, персонал суворо дотримується правил особистої гігієни та забезпечується аптечками. За належного догляду зааненські кози мають лактаційний період тривалістю 280-300 днів із мінімальним ризиком розвитку маститів.

Технологія машинного доїння зааненських кіз узагальнено у таблиці 1.

Таблиця 1. Технологія машинного доїння зааненських кіз

Етап	Дія	Пояснення
Підготовка апарату	Продезінфікувати доїльний апарат	Використовувати дезінфікуючий засіб або інший розчин для очищення всіх частин апарату, що контактують з молоком.
Перевірка молока	Перевірити молоко в кожній дійці вручну	Переконатися, що немає крові, згустків або інших сторонніх речовин.
Фіксація кози	Закріпити козу у молочній стійці	Дати тварині щось їсти, щоб вона була спокійною під час доїння.
Очищення дійок	Протерти дійки дезінфікуючою серветкою або теплою водою з милом	Вим'я повинно бути висушене перед підключенням апарату для забезпечення правильного вакууму та гігієни.
Машинне доїння	Підключити доїльний апарат	Дотримуватися інструкцій апарату, контролювати стабільність вакууму.
Після доїння	Очистити соски	Використовувати спрей або дезінфікуючий засіб для профілактики маститів.
Повернення у стадо	Відпустити козу	Дати свіжий корм і воду; тварина повинна залишатися активною, щоб закриття отвору дійки відбулося швидко та знизився ризик маститу.

Джерело: сформовано автором на основі [5].

Машинне доїння підвищує ефективність: дозволяє обробляти від 150 до 720 кіз на годину залежно від установки, зменшує ризик травмування вимені та

забезпечує стабільну якість молока. Для зааненських кіз це особливо актуально, оскільки їхня висока продуктивність (до 3,55 кг/добу з добавками як «ВітаГум») вимагає швидкого та гігієнічного процесу. Крім того, механізація знижує потребу в ручній праці, вимагаючи 1-2 операторів на установку.

Застосування машинного доїння зааненських кіз у НДГ «Агрономічне» забезпечує низку переваг (рис. 2):

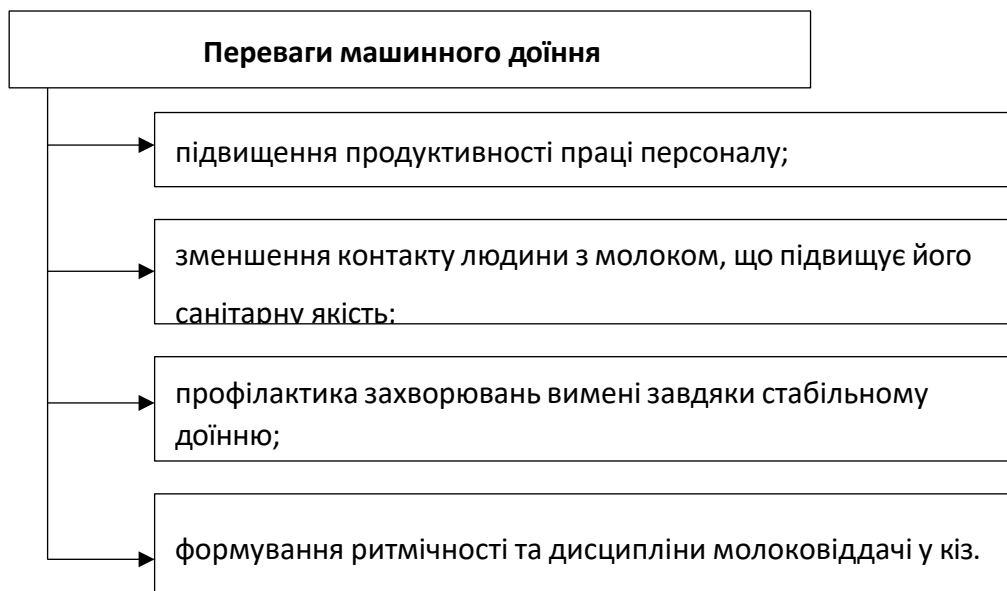


Рис. 2. Переваги машинного доїння
Джерело: сформовано автором на основі [5].

Попри значні переваги, використання машинного доїння має певні недоліки та обмеження. Передусім слід відзначити високі капітальні витрати, адже придбання сучасних доїльних апаратів і подальше їх обслуговування потребує значних фінансових ресурсів. Це може стати бар'єром для дрібних фермерських господарств.

Ще одним фактором є необхідність стабільного електропостачання, адже безперебійна робота обладнання безпосередньо залежить від надійності електромережі. У випадках перебоїв із електроенергією процес доїння може бути ускладненим чи навіть зупиненим.

Важливим обмеженням є і потреба у спеціалізованому догляді за апаратурою. Для забезпечення її ефективної та безпечної роботи необхідно регулярно проводити дезінфекцію, технічне обслуговування та своєчасний ремонт. Це вимагає додаткових витрат часу та залучення кваліфікованого персоналу [2].

Крім того, існує ризик стресу для тварин. Якщо вакуумний режим налаштовано неправильно або не дотримуються гігієнічні вимоги, кози можуть відчувати дискомфорт, що негативно впливає на їхнє здоров'я та продуктивність. Окремо варто враховувати адаптаційний період. Тваринам, які звикли до ручного доїння, потрібен час, щоб пристосуватися до апаратного методу. У цей період можливе зниження молоковіддачі та підвищена чутливість кіз [6].

Перспективи розвитку машинного доїння зааненських кіз тісно пов'язані з впровадженням інноваційних технологій, автоматизацією процесів та підвищенням ефективності виробництва молока. Одним із ключових напрямів є автоматизація доїльних систем, що дозволяє зменшити трудові витрати, підвищити продуктивність та знизити ризик виникнення маститів. Використання роботизованих доїльних установок, систем контролю стану здоров'я тварин та автоматичного вимірювання молочної продуктивності дозволяє вести постійний моніторинг стада та оперативно реагувати на зміни фізіологічного стану кіз.

Іншим перспективним напрямом є оптимізація годівлі та утримання, що включає використання спеціалізованих кормових добавок, сенсорних систем для контролю якості корму та автоматизованих годівниць. Це забезпечує більш стабільний рівень надою та покращує якість молока [1].

Важливим аспектом розвитку є покращення умов утримання, зокрема впровадження сучасних систем вентиляції, клімат-контролю та автоматизованих систем прибирання приміщень, що знижує стрес у тварин і підвищує їхню продуктивність.

Також перспективним є поєднання машинного доїння з цифровими технологіями управління стадом – застосування програмного забезпечення для аналізу продуктивності, планування лактацій та відстеження стану здоров'я кіз. Це дозволяє не лише підвищити ефективність фермерського господарства, а й забезпечити високу якість молока та безпечність продуктів.

З огляду на зростаючий попит на молочну продукцію високої якості та необхідність економії ресурсів, розвиток машинного доїння зааненської породи кіз має значний потенціал і може стати ключовим фактором модернізації молочного тваринництва в Україні та світі.

Висновки. Отже, організація машинного доїння зааненських кіз – це комплексний процес, що поєднує селекцію, сучасне обладнання та строгу гігієну для максимальної продуктивності. Розведення цієї породи економічно вигідне, особливо з добавками для підвищення надою. Правильна реалізація дозволяє досягти високої якості молока та ефективності ферми.

Список використаної літератури

1. Васильєва О. О., Бондаренко О. М. Аспекти розвитку козівництва як сучасного напрямку екологічного виробництва у тваринницькій галузі. *Вісник ДДАЕУ*. Дніпропетровськ. 2019. № 3 (45). С. 60-63.
2. Зааненська коза: особливості породи та догляду для фермерів. URL: <https://homester.com.ua/zaanenska-koza/> (дата звернення: 25.09.2025).
3. Паламарчук М. О. Зааненська порода кіз. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник*. Житомир: Поліський національний університет. 2021. Вип. 16. С. 105-106.
4. Шкоропад Л. Аналіз виробництва козиного молока в Україні. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2020. Вип. 18 (2). С. 327-334.
5. Як працюють доїльні апарати для кіз. URL: <https://agro->

business.com.ua/agrobusiness/item/27669-yak-pratsiuiut-doilni-aparaty-dlia-kiz.html
(дата звернення: 25.09.2025).

6. Engin Sakarya, Barbara Contiero, Flaviana Gottardo. Milking characteristics, hygiene and management practices in Saanen goatfarms: a case of Canakkale province, Turkey. *Italian journal of animal science*. 2020. Vol. 19. № 1. P. 213-221. DOI: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1718006>

Лідія ПАВИЦЬКА²²,
студентка 3 курсу,
факультету ветеринарної медицини.
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна

ХРОНІЧНА ХВОРОБА НИРОК У КОТІВ

Анотація. Ця стаття присвячена хронічній хворобі нирок (ХХН) у котів — одній з найпоширеніших проблем старіючої популяції. Розглядаються причини, фактори ризику та сучасні підходи до діагностики й лікування. До етіологічних чинників належать вік, генетична схильність, спадкові патології (наприклад, полікістоз нирок у перських котів), а також супутні захворювання — гіпертонія та діабет. Важливу роль відіграють хронічні інфекції та токсичні ушкодження. Ранні симптоми (поліурія, полідипсія) часто залишаються непоміченими, що затримує діагностику. Біомаркер SDMA дозволяє виявляти ХХН на ранніх стадіях, забезпечуючи ефективніше втручання. У лікуванні ключову роль відіграє дієтотерапія з обмеженням білком і фосфором та підвищенням рівнем омега-3 жирних кислот, а також медикаментозна підтримка артеріального тиску, фосфору та анемії. Перспективними напрямками є регенеративна медицина та застосування стовбурових клітин. Успішне управління ХХН забезпечується поєднанням ранньої діагностики, дієтотерапії та індивідуалізованої підтримки, що продовжує життя котів і покращує його якість.

Ключові слова: коти, хвороби нирок, діагностика, лікування, хронічна хвороба нирок.

Annotation. This article focuses on chronic kidney disease (CKD) in cats, one of the most common conditions in aging feline populations. It reviews the main causes, risk factors, and current approaches to diagnosis and treatment. Key factors include age, genetic predisposition, hereditary conditions such as polycystic kidney disease in Persian cats, and comorbidities like hypertension and diabetes. Chronic infections and toxic damage also contribute significantly. Early symptoms, including polyuria and

²²Науковий керівник: к.с.-г.н., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ Пікула О.А.

polydipsia, are often overlooked, delaying diagnosis. The novel biomarker SDMA enables earlier detection than traditional markers, allowing more effective intervention. Dietary management with low-protein, low-phosphorus, and omega-3-enriched diets, together with pharmacological support for blood pressure, phosphorus, and anemia, is essential. Future perspectives include regenerative medicine and experimental stem cell therapies for kidney repair. Successful management relies on early diagnosis, diet, and individualized care, which together improve lifespan and quality of life in cats.

Key words: cats, kidney diseases, diagnosis, treatment, chronic kidney disease.

Вступ. Хронічна хвороба нирок (ХХН) є однією з найскладніших та найпоширеніших патологій, з якою стикаються ветеринарні лікарі та власники котів, особливо коли їхні улюбленці досягають зрілого віку. Це захворювання являє собою незворотний, прогресуючий процес, під час якого нирки втрачають здатність виконувати життєво важливі функції.

Нирки не лише фільтрують продукти обміну та токсини, але й регулюють артеріальний тиск, стимулюють утворення еритроцитів і підтримують баланс рідин та електролітів. За даними статистики, ХХН діагностується у третини котів старше 10 років. Її підступність полягає в безсимптомному перебігу на ранніх стадіях: діагноз часто встановлюється надто пізно, коли можливості терапії обмежені.

Мета статті — всебічний аналіз ХХН: причин і факторів ризику, еволюції діагностики та сучасних методів лікування, включно з дієтотерапією, медикаментозною підтримкою та перспективними підходами регенеративної медицини.

Виклад основного матеріалу. Причини та фактори ризику хронічної хвороби нирок у котів мають багатокомпонентний характер. Найважливішим чинником виступає вік, адже зі старінням кількість функціональних нефронів поступово зменшується. Значну роль відіграє генетична схильність: у перських та британських котів доволі часто діагностується полікістоз нирок, тоді як у сіамських та абіссінських зустрічається амілоїдоз. Суттєво впливають і супутні патології — насамперед гіпертонія, цукровий діабет та гіпертиреоз, які посилюють навантаження на ниркову тканину. Не менш небезпечними є хронічні інфекції та токсичні ураження, зокрема пієлонефрит, отруєння етиленгліколом або вплив деяких лікарських засобів і рослин [1, 5].

Клінічна картина ХХН формується поступово. На ранніх етапах власники можуть відзначати поліурію та полідипсію, втрату ваги чи легку апатію, однак ці симптоми часто залишаються поза увагою. У пізніших стадіях з'являються більш виражені прояви: блювота, уремичний запах із рота, виразки слизових оболонок, анемія та дегідратація. Для підтвердження діагнозу традиційно застосовуються біохімічні дослідження крові (визначення рівня креатиніну й сечовини) та аналіз сечі. Водночас сучасна ветеринарна практика дедалі активніше використовує визначення SDMA, що дає можливість виявляти ХХН ще на етапі втрати близько

40% функції нирок, тоді як креатинін реагує лише при втраті понад 70%. Такий підхід відкриває шлях до раннього та більш ефективного втручання.

Лікування базується на комплексі заходів, серед яких провідне місце займає дієтотерапія. Спеціальні ниркові дієти зі зниженим умістом білка та фосфору, доповнені омега-3 жирними кислотами, дозволяють уповільнити прогресування захворювання і значно покращити якість життя котів. У медикаментозному аспекті застосовуються антигіпертензивні препарати для контролю артеріального тиску, фосфатні зв'язувачі для зниження рівня фосфору, а також засоби для корекції анемії. На пізніх стадіях можуть використовуватися інфузійна терапія та протиблювотні препарати, спрямовані на зменшення клінічних проявів.

Перспективним напрямом у ветеринарній нефрології залишається регенеративна медицина. Застосування стовбурових клітин наразі перебуває на експериментальному етапі, однак демонструє потенціал для відновлення ниркової тканини. У майбутньому цей підхід може стати частиною персоналізованих протоколів лікування, поряд із новими біомаркерами та генетичними тестами, які дозволять ще точніше визначати ризики й контролювати перебіг захворювання. Хронічна хвороба нирок (ХХН) у котів є багатофакторним захворюванням, і в більшості випадків її точна першопричина залишається невідомою, що у ветеринарній медицині класифікується як ідіопатична ниркова недостатність. Вік є найважливішим фактором ризику, адже зі старінням кількість функціональних нефронів поступово зменшується, і перші ознаки старіння нирок зазвичай проявляються після 7 – 10 років. Генетична схильність та порода відіграють значну роль. Наприклад, полікістоз нирок у перських, гімалайських та британських короткошерстих котів поступово заміщує здорову тканину численними кістами, що призводить до незворотної ниркової недостатності. Інші спадкові патології, такі як амілоїдоз у абіссінських та сіамських котів, також можуть спричиняти серйозне ураження нирок.

Супутні системні захворювання, включаючи хронічну гіпертонію, цукровий діабет та гіпертиреоз, безпосередньо або опосередковано ушкоджують нирки. Підвищений кров'яний тиск пошкоджує дрібні судини нирок, порушуючи фільтраційну здатність, тоді як неконтрольований рівень глюкози у крові призводить до діабетичної нефропатії. Гіпертиреоз, підвищуючи метаболічну активність нирок та кровотік, з часом також спричиняє їх ураження. Хронічні інфекції сечовидільної системи, зокрема пієлонефрит, а також токсичні ушкодження, спричинені етиленгліколом, нефротоксичними медикаментами або рослинами, можуть запускати або прискорювати розвиток ХХН [6, 7].

Клінічні прояви захворювання на ранніх стадіях часто залишаються непоміченими власниками, оскільки коти мають схильність маскувати хвороби. Ранні симптоми включають підвищене сечовипускання та спрагу, втрату ваги, зниження апетиту та зменшення активності. Пізніше, коли більшість ниркових функцій втрачено, виникають блювота, уремичний запах із рота, виразки слизових оболонок, анемія, слабкість та дегідратація.

Своєчасна діагностика ХХН є ключовою для ефективного лікування. Традиційні методи, включаючи біохімічний аналіз крові на креатинін та сечовину, дозволяють оцінити функцію нирок, але їх рівень підвищується лише після втрати понад 75% функції. Інноваційний біомаркер SDMA дає можливість виявляти патологію при втраті близько 40% функціональної тканини, що значно підвищує ефективність раннього втручання.

Класифікація IRIS виділяє чотири стадії ХХН. На стадії 1 клінічні симптоми зазвичай відсутні, креатинін і SDMA в межах норми, але діагноз може бути підтверджений наявністю протеїнурії, змін на ультразвуковому дослідженні або незначних змін у сечовому аналізі. Стадія 2 характеризується появою перших, часто непомітних клінічних ознак, а рівень SDMA помірно підвищений, креатинін знаходиться на межі норми. Це ключова стадія для раннього початку лікування. Стадія 3 відзначається більш вираженими симптомами, включаючи знижений апетит, втрату ваги та нудоту, тоді як рівні креатиніну та SDMA суттєво підвищені і важливо контролювати електролітні порушення. Стадія 4 є найтяжчою і характеризується вираженою уремією, сильною млявістю, анорексією, виразками слизових оболонок, значним підвищенням креатиніну та SDMA, і коту потрібна інтенсивна терапія [8, 10].

Лікування ХХН базується на комплексному підході. Дієтотерапія є наріжним каменем лікування і спрямована на уповільнення прогресування хвороби, зменшення навантаження на нирки та покращення якості життя. Спеціальні ниркові дієти мають знижений вміст білка та фосфору, доповнені омега-3 жирними кислотами та вітамінами групи В, що сприяє захисту нирок і підтриманню метаболізму. Медикаментозне лікування включає контроль артеріального тиску за допомогою інгібіторів ангіотензинперетворювального ферменту або блокаторів кальцієвих каналів, регуляцію рівня фосфору фосфатними зв'язувачами та корекцію анемії препаратами, що стимулюють еритропоез. Для зменшення нудоти та блювоти застосовуються протиблювотні засоби, а інфузійна терапія допомагає коригувати дегідратацію та виводити токсини, особливо на пізніх стадіях.

Перспективи розвитку ветеринарної нефрології пов'язані з регенеративною медициною, зокрема використанням стовбурових клітин для відновлення пошкодженої ниркової тканини. Генна терапія та персоналізовані протоколи лікування, орієнтовані на генетичні особливості конкретної тварини, обіцяють підвищити ефективність втручань. Подальший розвиток біомаркерів раннього виявлення та використання розумних пристроїв для домашнього моніторингу дозволяє прогнозувати перебіг ХХН і забезпечує своєчасне застосування терапії [11, 12].

Висновок. Хронічна хвороба нирок у котів є багатофакторним прогресуючим захворюванням, найчастіше діагностується у старших тварин після 7 – 10 років. Генетична схильність, порода, спадкові патології, системна гіпертонія, цукровий діабет, гіпертиреоз, хронічні інфекції та токсичні ушкодження є ключовими факторами ризику розвитку ХХН. Симптоми на ранніх стадіях часто непомітні і включають поліурію, полідипсію, зниження апетиту,

втрату ваги та зміну поведінки; пізніше з'являються блювота, уремичний запах із рота, виразки слизових оболонок, анемія та слабкість. Раннє виявлення захворювання можливе за допомогою біомаркера SDMA, а діагностика та лікування базуються на стадіях IRIS, оцінці креатиніну, SDMA, протеїнурії та артеріального тиску. Основні методи лікування включають спеціалізовану ниркову дієту зі зниженим вмістом білка й фосфору та підвищеним рівнем омега-3 жирних кислот, контроль артеріального тиску, регуляцію фосфору, корекцію анемії, протиблювотну терапію та інфузії. Перспективними напрямками залишаються регенеративна медицина, генна терапія та персоналізовані терапевтичні протоколи для відновлення ниркової функції.

Список використаної літератури

1. Петренко С. О. Клінічна нефрологія: основи діагностики та лікування: навчальний посібник. Київ: Медична книга. 2023. 310 с.
2. Ковальчук М. І., Бондар Л. В. Епідеміологія хронічної хвороби нирок в Україні. *Український журнал нефрології та діалізу*. 2022. № 4. С. 45–52.
3. Davis P., Chen L. New biomarkers for early detection of CKD. *Kidney International*. 2023. Vol. 95 № 3. P. 210–225.
4. Іванов В. П. *Хронічна ниркова недостатність: сучасні підходи до терапії*: монографія. Харків: Нова медицина. 2021. 405 с.
5. Савчук Р. Т. Роль дієти в управлінні ХХН. *Збірник наукових праць НМУ*. 2022. № 1. С. 88–95.
6. Miller R., Li S. Pathophysiology of diabetic nephropathy. *Journal of Nephrology*. 2021. Vol. 14. № 2. P. 112–120.
7. Демчук А. О. Гломерулопатії: діагностика та лікування: монографія. Львів: Книжковий дім. 2020. 190 с.
8. Захаров Б. М., Поліщук Л. В. Фармакологічна корекція артеріальної гіпертензії у пацієнтів з ХХН. *Медичні перспективи*. 2023. № 6. С. 67–75.
9. Garcia M., Lopez J. The impact of COVID-19 on chronic kidney disease progression. *Global Kidney Health*. 2022. Vol. 10. № 4. P. 301–311.
10. Грищенко О. Д. Основи трансплантації нирок: навчальний посібник. Одеса: Авіцена. 2021. 250 с.
11. Ткаченко А. П. Педіатрична нефрологія: особливості перебігу ХХН у дітей. *Журнал клінічної медицини*. 2020. № 3. С. 15–22.
12. Smith J., Brown K. Dietary phosphorus restriction in chronic kidney disease. *International Journal of Nutrition and Health*. 2023. Vol. 25. № 1. P. 44–55

Анна ТОВПИГА²³,
студентка 3-го курсу,
факультет ветеринарної медицини,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

СУЧАСНІ МОЛЕКУЛЯРНІ МЕТОДИ У ДІАГНОСТИЦІ КАМПІЛОБАКТЕРІОЗУ У ТВАРИН

Анотація. Кампілобактеріоз є однією з найпоширеніших інфекцій у тваринництві, що має значні економічні та зоонозні наслідки. Сучасні молекулярні підходи у діагностиці забезпечують високу точність і швидкість виявлення збудника, що сприяє ефективному контролю та профілактиці хвороби.

Ключові слова: *Campylobacter*, кампілобактеріоз, ПЛР, qPCR, LAMP, RPA, WGS, метагеноміка, HRM, CRISPR-діагностика.

Annotation. *Campylobacteriosis* is one of the most common infections in animal husbandry, with significant economic and zoonotic consequences. Modern molecular approaches in diagnostics ensure high accuracy and speed of pathogen detection, which contributes to effective control and prevention of the disease.

Key words: *Campylobacter*, campylobacteriosis, PCR, qPCR, LAMP, RPA, WGS, metagenomics, HRM, CRISPR diagnostics.

Вступ. Кампілобактеріоз – одна з найпоширеніших бактеріальних інфекцій у тваринництві та птахівництві, що має важливе значення як для ветеринарної медицини, так і для забезпечення продовольчої безпеки. Збудниками є бактерії роду *Campylobacter*, зокрема *C. jejuni*, *C. coli* та *C. fetus*, які визнаються основними патогенними видами. У великої рогатої худоби та овець вони провокують генітальний кампілобактеріоз, що веде до безпліддя та абортів, спричиняючи значні економічні втрати у господарствах. У птахів кампілобактерії колонізують кишківник, не викликаючи клінічних ознак, але є головним джерелом інфекції для людей, адже м'ясо та продукти птахівництва часто стають шляхами передачі. Відтак, кампілобактеріоз має не лише ветеринарне, але й чітке зоонозне значення.

Традиційні методи діагностики, зокрема бактеріологічний посів, залишаються "золотим стандартом" для ідентифікації збудника. Але культуральне дослідження є тривалим, вимагає спеціальних умов для вирощування мікроаерофільних бактерій, і не завжди гарантує виявлення збудника через його вибагливість. Серологічні методи застосовуються для

²³Науковий керівник – Трачук Є.Г., к. с.-г. н., старший викладач кафедри хірургії, терапії, вірусології та біотехнологій відтворення і годівлі тварин ВНАУ

ретроспективної оцінки, проте їх інформативність обмежена через перехресні реакції та відсутність універсальних тест-систем.

Сучасні вимоги до ветеринарної діагностики включають швидкість, точність і високу специфічність результатів. Саме тому молекулярні методи, такі як полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР), qPCR, мультиплексні та ізотермічні ампліфікаційні технології, здобули особливе поширення. Вони дають змогу не лише підтвердити наявність *Campylobacter* spp., але й диференціювати між видами та штамми, а при використанні методів секвенування – відслідковувати епізоотичні ланцюги інфекції.

Таким чином, проблема діагностики кампілобактеріозу у тварин полягає в поєднанні високої поширеності інфекції, її економічних наслідків для тваринництва та потенційних ризиків для громадського здоров'я. У цьому контексті сучасні молекулярні технології відкривають нові можливості для своєчасного виявлення збудника, підвищення точності діагнозу та ефективного контролю захворювання [1].

Виклад основного матеріалу. Розглянемо більш детально, що таке кампілобактеріоз. Кампілобактеріоз – гостра інфекційна хвороба, що передається від тварин (зооноз), яку викликають різні бактерії з роду *Campylobacter* *fetus* *jejuni*. Основно вражає шлунково-кишковий тракт, супроводжується лихоманкою, загальним отруєнням організму (інтоксикацією) та може поширюватися по всьому тілу, особливо у людей з ослабленим імунітетом.

Кампілобактерії входять до четвірки основних світових причин діарейних захворювань. Їх вважають найчастішою бактеріальною причиною гастроентериту у людей по всьому світу. Поширюються практично скрізь, що пов'язано з розвитком тваринництва та міжнародною торгівлею. У деяких країнах випадків кампілобактеріозу більше, ніж сальмонельозу чи шигельозу. Зараження кампілобактеріями є однією з основних причин бактеріальних запалень кишківника (ентериту) у людей. У розвинених країнах кампілобактерії найчастіше викликають діарею з кров'ю, подібну до тієї, що буває при шигельозі. Приблизно 15 з 100 тисяч мешканців таких країн хворіють на кампілобактеріоз щороку. У США щороку реєструють 2-2,5 мільйона випадків захворювання у людей. Значне поширення кампілобактерій серед домашніх тварин та птахів сприяє високій ймовірності зараження людей. У країнах з меншим економічним розвитком кампілобактеріоз часто супроводжується водянистою діареєю. Кампілобактерії становлять значну частину "діареї мандрівників", особливо під час подорожей до країн Південно-Східної Азії. Поширеність хвороби в Україні невідома, адже для виявлення причин діареї не використовують спеціальні методи діагностики [1].

Питання моніторингу в рамках концепції "Єдине здоров'я", яке стосується поширення *Campylobacter* серед птахів та тварин, а також дослідження їх чутливості до антибіотиків, залишається актуальним і невирішеним в Україні. Відсутність чітких нормативних актів, труднощі з моделюванням лабораторних умов культивування, специфічні вимоги *Campylobacter* до середовищ для росту, плюс високі витрати на лабораторну діагностику та реагенти призвели до

хибного, і небезпечного, недооцінювання значення цього патогену в контексті харчових зоонозів.

Найчастіше на кампілобактеріоз хворіють статевозрілі телиці, корови та вівцематки. Зазвичай зараження стається під час спарювання з інфікованим самцем, в препуційному мішку чи спермі якого кампілобактерії можуть зберігати життєздатність протягом багатьох років, або ж під час штучного запліднення зараженою спермою. Кампілобактеріоз великої рогатої худоби спричиняють два види: *Campylobacter jejuni* та *Campylobacter fetus* (кишкові збудники), підвиди *Campylobacter fetus subspecies fetus* і *Campylobacter fetus subspecies venerealis*. Останній з них має велике клінічне значення, оскільки у дорослих тварин настає втрата здатності до відтворення. Захворювання проявляється ушкодженням статевих органів, періодичними викиднями, інфекційним безпліддям та абортами, які нерідко супроводжуються затримкою посліду, вагінітами, метритами та народженням мертвого або ослабленого молодняку [2].

У бугаїв, зазвичай, захворювання протікає непомітно, з тривалим періодом носійства кампілобактерій. Безпліддя та викидні можуть бути спричинені кишковими патогенами *Campylobacter jejuni* та *Campylobacter fetus*, що не передаються через статевий контакт. У нетелів *Campylobacter fetus* здатний циркулювати впродовж періоду до 10 місяців.

Сучасні методи діагностики гострих інфекційних захворювань у тварин включають: молекулярно-генетичні методи (ПЛР, секвенування), серологічні реакції (латекс-аглотинація), бактеріологічні, вірусологічні та паразитологічні дослідження, а також імунофлюоресцентні методи для точного визначення збудника хвороби. Клінічні методи, такі як огляд, пальпація, перкусія та аускультация, залишаються важливим первинним етапом діагностики, що допомагає виявити симптоми та патологічні зміни в організмі тварини.

Діагноз ставиться на основі клінічної картини та даних епізоотологічного аналізу, а також результатів лабораторного аналізу патологічного матеріалу.

Лабораторна діагностика використовує мікроскопічні, бактеріологічні, біологічні та серологічні методи, що дозволяють визначити підвид збудника. До лабораторії направляють цілий плід, що абортуював (від великих плодів дозволено відправляти голову, шлунок, печінку з жовчним міхуром, легені), плаценту або її частину. Зразки мають бути зібрані в перші 24 години після аборту. Слиз із шийки матки корів беруть виключно в період тічки або протягом 3-4 діб після аборту [3].

Від бугаїв відбирають препуціальний слиз, сперму та секрет придаткових залоз, а від корів - проби піхви, матки та лімфатичних вузлів тазової ділянки, взяті від тварин, забитих з метою діагностики. Зразки вагінального слизу корів, препуального слизу, секрету статевих залоз та сперми самців необхідно доставити кур'єром в термосі з льодом. Час доставки не повинен перевищувати 6 годин з моменту відбору. Від овець, що мали аборт, для серологічного аналізу відбирають сироватки крові. Зразки беруть протягом перших 20 діб після аборту.

Мікроскопічний спосіб. Цей спосіб використовують спершу, щоб розпізнати кампілобактерії у зразках з уражених тканин, розглядаючи мазки під мікроскопом з 50-кратним збільшенням, і щоб розпізнати колонії мікроорганізмів

на ЖС. Спирається на дослідження форми та фарбувальних властивостей кампілобактерій: у фарбованому препараті їх видно як грамнегативні мікроорганізми, які вигнуті спіралью. У препараті типу "роздавлена крапля" за допомогою фазово-контрастної або темнопольної мікроскопії спостерігають клітини з рухом гвинтової форми. Мікроскопічний метод точний лише при наявності збудника у концентрації $>10^5$ КУО і є додатковим при діагностиці кампілобактеріозу. Кампілобактерії добре захоплюють барвники анілінової групи, фуксин Ціля розведений (1:5) та фарбник за Грамом [4].

Мікроскопічне дослідження передбачає створення мазків. У випадку виявлення світіння мікробних клітин, що морфологічно відповідають *Campylobacter*, ставиться позитивний люмінесцентний діагноз. Цей діагноз є сигнальним, тобто є підставою для вжиття в господарстві заходів проти кампілобактеріозу ще до очікування результатів бактеріологічних досліджень.

Бактеріологічний спосіб передбачає ізолювання кампілобактерій з тіла інфікованих тварин, їхніх решток, абортів плодів та плацент, а також з об'єктів довкілля (води, гною), матеріалів ветеринарно-санітарного контролю на виробничих потужностях і під час переробки, а також з харчових продуктів. Даний метод дозволяє більш точно ідентифікувати *Campylobacter* spp., але процес культивування вважається досить складним, потребує значних зусиль, тривалий у часі, і може закінчитись неуспішно. Причини негативних результатів виділення *Campylobacter* spp. зразків можуть бути різними: від низької кількості бактерій у досліджуваному матеріалі до складного виділення чистої культури. Важливим є вплив інгібіторів росту, що присутні в зразку, правильний вибір живильних середовищ - адже ці бактерії доволі вимогливі до них. Не менш важливим фактором є створення необхідних умов газового складу для росту [2].

Бактеріологічний метод є найдостовірнішим для встановлення діагнозу, адже виділення чистої культури слугує прямим підтвердженням присутності кампілобактерій. Натепер єдиного уніфікованого протоколу дослідження не існує, і кожна лабораторія використовує власну методику. Негативні відповіді бактеріологічних аналізів не завжди є підставою для остаточного виключення ймовірного збудника інфекції. При використанні бактеріологічного методу важливо враховувати, що для успішного виділення патогену з зразка ключовим є якомога швидше його поміщення в живильне середовище, а також забезпечення мікроаерофільних умов для культивування. Тому, доставку матеріалу в лабораторію варто проводити негайно. Якщо ж це неможливо, слід застосовувати транспортні середовища. Ці середовища пригнічують розмноження супутніх мікроорганізмів та зберігають життєздатність, зокрема, кампілобактерій. Для транспортування зразків можуть використовуватися тіогліколевий бульйон, м'ясо-пептонний бульйон (МПБ), середовище Еймса та середовища з додаванням крові й селективних добавок.

Біологічний спосіб. Визначення патогенності штамів *Campylobacter*, за потреби, здійснюється на лабораторних мишах, добових або 10-денних курчатах, морських свинках на 30-й день вагітності, або на 10-денних курячих ембріонах. Серологічні методики не знайшли широкого розповсюдження в лабораторіях,

через можливість видавати хибнопозитивні результати. В реакції аглютинації (РА) у хворих тварин фіксується максимальний титр 1:200 – 1:400. У клінічно здорових особин РА або негативна, або виявляє низькі титри.

У великої рогатої худоби РА проводиться з вагінальним слизом (РАВС), в овець – з сироваткою крові. Реакція зв'язування комплементу (РЗК) при кампілобактеріозі має видоспецифічну природу, для проведення застосовують сироватки до антигенів конкретного виду. Використовується для дослідження корів, які мали аборти. Високою чутливістю відрізняється реакція непрямой гемаглютинації (РНГА). Імуноферментний аналіз (ІФА) більш чутливий, порівнюючи з попередніми. Позитивний результат констатують при дослідженні сироватки крові в розведенні 1:200 [1].

Молекулярно-генетичний підхід пропонує альтернативу бактеріологічній діагностиці кампілобактеріозу. Застосування цього методу забезпечує більш чітке розпізнавання найчастіше зустрічаючихся різновидів *Campylobacter jejuni* та *Campylobacter coli*. Суть методу ПЛР полягає у виявленні специфічної ділянки ДНК кампілобактерій. Після електрофоретичного розділення, фарбування бромистим етидієм та ультрафіолетового опромінювання, стають видимими молекули ДНК. Аналіз потребує всього декілька годин і характеризується високою чутливістю. Використовуючи специфічні праймери, виявляють ділянки гену 16S рРНК, що дозволяє ідентифікувати мікроорганізми. Варто зазначити, що ПЛР не надає повної інформації про збудника, ускладнюючи епідеміологічний моніторинг та оцінку антибіотикорезистентності.

Диференціальна діагностика. У великої рогатої худоби необхідно виключити бруцельоз, трихомоноз та лістеріоз. Для овець важливо також врахувати сальмонельоз та хламідійний аборт. При бруцельозі у корів переривання вагітності часто трапляються між п'ятим та восьмим місяцями виношування плоду, особливо в нетелей. Спостерігаються серозні бурсити та серофібринозні артрити. В овець аборти через бруцельоз частіше відбуваються на четвертому-п'ятому місяці, інколи раніше. Барани можуть мати орхіти та епідидиміти. Бактеріологічні дослідження абортіваних плодів дають змогу виділити бруцели, а реакція зв'язування комплементу (РЗК) та реакція аглютинації (РА) допомагають виявити специфічні антитіла. Трихомоноз у корів проявляється гнійними метритами, яловістю, пов'язаною з абортами. У випадку кампілобактеріозу телиці стають неплідними після першого осіменіння [5].

Трихомонади без зусиль визначаються під час мікроскопічного аналізу. Лістеріоз може супроводжуватись ураженням центральної нервової системи та септичними проявами. Сальмонельоз зачіпає овець різних вікових груп, його симптоми включають запалення травного тракту, легень та суглобів. Сальмонельозні аборти часто стають причиною загибелі вівцематок. Діагноз підтверджується бактеріологічними та серологічними методами.

Хламідійний аборт у овець зазвичай спостерігається за 2-3 тижні до окоту, нерідко призводячи до смерті вівцематок, що абортували. Точний діагноз встановлюється шляхом виявлення елементарних тілець, які забарвлюються за Романовським-Гімзою, у мазках-відбитках з паренхіматозних органів

абортованого плоду, котиледонів та вагінальних виділень. Серологічну діагностику проводять з використанням РЗК, РЗГА та реакції мікроаглютинації.

Короткий алгоритм діагностики кампілобактеріозу:

1. Первинний етап — клініко-епізоотологічна оцінка:

- у великої рогатої худоби: аборти, безпліддя, зниження відтворної здатності;
- у птиці: безсимптомне носійство, можливі діареї у молодняка;
- аналіз факторів ризику: щільність утримання, санітарний стан, джерела інфекції.

2. Забір і підготовка матеріалу:

- абортвані плоди, слиз із піхви, препуціальний секрет (ВРХ);
- фекалії, вміст кишечника (птиця, свині);
- змиви з обладнання, води та кормів.

3. Традиційні методи діагностики:

- Бактеріологічний посів (на селективні середовища, в мікроаерофільних умовах);
- Мікроскопія (фарбування за Грамом, виявлення вигнутих спіральноподібних клітин);

- Біохімічні тести (каталаза, оксидаза, гіпурат-тест).

4. Серологічні методи (допоміжні):

- реакція аглютинації, ІФА для ретроспективної оцінки;
- застосовуються у масових епізоотологічних обстеженнях.

5. Сучасні молекулярні методи:

- ПЛР (PCR) — швидке підтвердження наявності *Campylobacter spp.*;
- qPCR (кількісна ПЛР у реальному часі) — визначення рівня контамінації та диференціація видів (*C. jejuni*, *C. coli*, *C. fetus*);
- Multiplex PCR — одночасне виявлення кількох патогенів;
- HRM-аналіз (High Resolution Melting) — для точнішої диференціації штамів;
- NGS/WGS (секвенування нового покоління, повногеномне секвенування) — для епізоотологічного моніторингу, встановлення джерел інфекції.

6. Підтвердження та інтерпретація результатів:

- поєднання культурального методу (як «золотого стандарту») і молекулярного дослідження (як високочутливого тесту);
- у разі позитивного результату — типізація штамів, оцінка антибіотикорезистентності [3].

Висновок. Сучасна діагностика кампілобактеріозу у тварин спирається на поєднання швидких молекулярних тестів (qPCR, мультиплекс-ПЛР, LAMP/RPA) з високорівневими інструментами епіднагляду (MLST, WGS, метагеноміка). Такий каскад забезпечує: оперативне виявлення навіть при низькій бакнавантаженості та VBNC-стані; точну видову ідентифікацію й одночасний скринінг вірулентності та AMP; можливість трасувати джерела/шляхи передачі між господарствами та ланцюгами постачання. Ізотермічні методи розширюють

доступність польової діагностики, а ddPCR додає надійності при низьких титрах. Водночас критичними лишаються: якісний відбір/транспорт проб, контроль інгібіторів, стандарти валідації (внутрішні/зовнішні контролю) та коректна клінічна інтерпретація (Ct, HRM-профілі, генетичні мутації). Інтеграція молекулярної діагностики з традиційною культурою (для ізолятів, що підуть на WGS і тест AMP) формує «золотий стандарт» сучасної ветеринарної практики і підвищує ефективність контролю зоонозного ризику.

Список використаної літератури

1. Кампілобактеріоз: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B7?utm_source (дата звернення 22.08.2025).
2. Щур Н.В. Характеристика ізолятів *Campylobacter* SPP., виділених від свійських тварин в Україні: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії. 2025. 213 с.
3. Кампілобактеріоз (вібріоз): веб-сайт. URL: <https://studfile.net/preview/4000858/page:29/> (дата звернення 24.08.2025).
4. Калініченко Т.В., Куценко В.А., Болотін В.І. Діагностика генітального кампілобактеріозу жуйних за реакції тривалого зв'язування комплекменту в господарствах України. *Ветеринарна медицина: науковий журнал*. 2020. Вип. 106. С. 55-59.
5. Характеристика деяких біологічних властивостей кампілобактерій різного походження та їх вплив на епідемічний процес кампілобактеріозу: веб-сайт. URL: https://umj.com.ua/uk/publikatsia-10495-xarakteristika-deyakix-biologichnix-vlastivostej-kampilobakterij-riznogo-poxodzhennya-ta-ix-vpliv-na-epidemichnij-proces-kampilobakteriozu?utm_source (дата звернення 30.08.2025).